

Roma, luglio 2010

La produzione e la diffusione
della conoscenza
Ricerca, innovazione e risorse umane

a cura di Giorgio Sirilli

**LA PRODUZIONE E LA DIFFUSIONE DELLA CONOSCENZA
RICERCA, INNOVAZIONE E RISORSE UMANE**

a cura di Giorgio Sirilli

ROMA, LUGLIO 2010



La stesura del presente volume è maturata nell'ambito della collaborazione tra il curatore e la Fondazione CRUI sui temi della ricerca scientifica, dell'innovazione e della formazione di alto livello.

© Fondazione CRUI 2010

Il volume è pubblicato con licenza Creative Commons

Attribuzione – Non commerciale – non opere derivate – 3.0



Informazioni sugli usi consentiti all'indirizzo: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.it>.

ISBN: 978-88-96524-02-2.

INDICE

PREFAZIONE	p.	7
PARTE PRIMA		
CAPITOLO 1: <i>Le conoscenze, la ricerca e sviluppo, l'innovazione di Giorgio Sirilli</i>	p.	9
CAPITOLO 2: <i>La ricerca italiana nel quadro internazionale di Giorgio Sirilli</i>	p.	13
1. <i>La ricerca nel contesto internazionale</i>	p.	13
2. <i>La R&S in Italia</i>	p.	18
3. <i>Gli attori della R&S in Italia</i>	p.	20
3.1 <i>L'università</i>	p.	21
3.2 <i>Gli enti e le strutture pubbliche di ricerca</i>	p.	21
3.3 <i>L'industria</i>	p.	26
CAPITOLO 3: <i>Le risorse umane per la scienza e la tecnologia di Giorgio Sirilli</i>	p.	29
1. <i>Le risorse umane</i>	p.	29
2. <i>I ricercatori</i>	p.	30
3. <i>Il ricercatore: una figura in cerca d'identità</i>	p.	32
4. <i>La Carta europea e la mobilità dei ricercatori</i>	p.	33
5. <i>La dimensione sociale del ricercatore</i>	p.	34
6. <i>Scientist o engineer?</i>	p.	35
7. <i>La partecipazione femminile alle attività scientifiche</i>	p.	36
8. <i>La mobilità dei ricercatori</i>	p.	37
9. <i>La remunerazione dei ricercatori</i>	p.	39
CAPITOLO 4: <i>L'innovazione tecnologica di Giorgio Sirilli</i>	p.	41
1. <i>Introduzione e definizioni</i>	p.	41
2. <i>Le conoscenze e l'innovazione tecnologica</i>	p.	43
3. <i>I modelli dell'innovazione</i>	p.	44
4. <i>Innovazione e crescita economica</i>	p.	45
5. <i>Struttura di mercato e innovazione</i>	p.	47
6. <i>L'innovazione tecnologica nelle imprese</i>	p.	47
7. <i>La collaborazione nell'innovazione ed i cicli tecnologici</i>	p.	51
8. <i>Il trasferimento tecnologico</i>	p.	53
9. <i>La proprietà intellettuale</i>	p.	54
10. <i>L'Europa e l'Italia nel terzo millennio</i>	p.	55

CAPITOLO 5: <i>La ricerca europea ed il Programma Quadro</i> di Alberto Silvani	p.	59
1. <i>Introduzione</i>	p.	59
2. <i>Il processo di Lisbona e lo Spazio Europeo della Ricerca</i>	p.	60
3. <i>Dove siamo oggi: gli elementi di base</i>	p.	62
4. <i>Lo scenario attuale: il 7° Programma Quadro di Ricerca 2007-2013</i>	p.	63
5. <i>Le modalità di partecipazione</i>	p.	67
6. <i>L'entità del finanziamento e quando partecipare</i>	p.	69
7. <i>Dall'idea alla proposta: come partecipare con successo</i>	p.	70
8. <i>Considerazioni di politica scientifica</i>	p.	71
CAPITOLO 6: <i>Una valutazione delle politiche della ricerca e dell'innovazione in Italia</i> di Giorgio Sirilli e Anna Villa	p.	73
1. <i>Introduzione</i>	p.	73
2. <i>Le politiche per la ricerca e l'innovazione fino al 1998</i>		74
3. <i>Le politiche per ricerca e innovazione dal 1998 ad oggi</i>	p.	75
4. <i>Un quadro dei programmi a sostegno di R&S e innovazione</i>	p.	77
4.1 <i>Il Programma Nazionale della Ricerca</i>	p.	78
4.2 <i>Il PICO – Piano per l'innovazione, la crescita e l'occupazione</i>	p.	87
5. <i>Le politiche industriali: "Industria 2015"</i>	p.	92
6. <i>Alcune considerazioni di sintesi</i>	p.	95
CAPITOLO 7: <i>La dimensione regionale della ricerca e dell'innovazione in Italia</i> di Giulio Perani e Giorgio Sirilli	p.	99
1. <i>I dati statistici sulla R&S a livello regionale</i>	p.	99
2. <i>La misurazione statistica dell'innovazione nelle imprese</i>	p.	101
3. <i>Un confronto tra indicatori di innovazione e di R&S a livello regionale</i>	p.	105
4. <i>Un terzo indicatore delle capacità scientifiche e tecnologiche delle regioni: i brevetti</i>	p.	112
CAPITOLO 8: <i>Il benchmarking dell'innovazione nelle regioni italiane</i> di Giulio Perani e Stefano Sirilli	p.	115
1. <i>Il benchmarking</i>	p.	115
2. <i>Il benchmarking dell'innovazione e gli indicatori</i>	p.	116
3. <i>Il benchmarking europeo: l'esperienza dell'Innovation Scoreboard</i>	p.	118
3.1 <i>Il benchmarking a livello nazionale</i>	p.	118
3.2 <i>Il benchmarking a livello regionale</i>		124
4. <i>Discussione e conclusioni</i>	p.	128
CAPITOLO 9: <i>La valutazione della ricerca in Italia</i> di Alberto Silvani , Giorgio Sirilli e Fabrizio Tuzi	p.	131
1. <i>Introduzione</i>	p.	131
2. <i>Il quadro di riferimento internazionale e gli sviluppi recenti nella</i>	p.	132

teoria e nella pratica della valutazione		
3. La valutazione della ricerca in Italia	p.	134
3.1 La valutazione delle strutture di ricerca	p.	135
3.1.1 Le Linee Guida per la valutazione della Ricerca del CIVR	p.	137
3.1.2 La valutazione del CIVR 2001-2003	p.	138
3.2 La valutazione dei progetti di ricerca	p.	140
4. Analisi critica delle esperienze	p.	141
5. Conclusioni	p.	142
CAPITOLO 10: La valutazione degli investimenti pubblici in R&S. I Piani per il potenziamento della ricerca finanziati dal MIUR di Giorgio Sirilli e Fabrizio Tuzi	p.	143
1. Introduzione	p.	143
2. I Piani di potenziamento delle reti di ricerca scientifica e tecnologica e la loro valutazione	p.	145
3. I risultati dell'indagine	p.	146
3.1 La caratterizzazione dei progetti	p.	146
3.2 La valutazione dell'impatto tecnico-scientifico e socio-economico	p.	147
3.3 La valutazione dell'impatto in termini temporali	p.	148
3.4 La valutazione dell'impatto in termini spaziali	p.	148
3.5 Gli attori coinvolti	p.	150
3.6 Gli indicatori	p.	151
4. Conclusioni	p.	153
CAPITOLO 11: Gli indicatori della scienza e della tecnologia di Giorgio Sirilli	p.	155
1. Sommario	p.	155
2. Indicatori e modelli della scienza e della tecnologia	p.	155
3. I principali indicatori della scienza e della tecnologia	p.	158
3.1 La ricerca e sviluppo	p.	158
3.2 Le indagini sull'innovazione tecnologica	p.	160
3.3 L'investimento immateriale	p.	162
3.4 Le statistiche sui brevetti	p.	163
3.5 La bilancia tecnologica dei pagamenti	p.	164
3.6 L'analisi delle industrie e dei prodotti ad alta tecnologia		166
3.7 Le statistiche sulle risorse umane	p.	167
3.8 Il venture capital	p.	167
3.9 La bibliometria	p.	168
4. Le prospettive	p.	169
CAPITOLO 12: Elogio della ricerca 'inutile' di Giorgio Sirilli	p.	171
1. Scienza, conoscenza e ricerca	p.	172
2. Ricerca e crescita economica	p.	173
3. I benefici economici della ricerca di base	p.	174
4. Le aspettative nei confronti della ricerca: la preminenza delle	p.	176

<i>imprese</i>		
5. La "corsa" alla brevettazione	p.	177
6. Le linee guida europee ispirate alla presunta esperienza americana		178
7. Un'immagine distorta della ricerca pubblica in Italia	p.	180
8. Gli introiti dei brevetti sono modesti e concentrati		181
9. L'impatto economico della brevettazione dei risultati della ricerca pubblica	p.	182
10. I ricercatori pubblici brevettano molto di più di quanto non si creda	p.	182
11. Gli effetti negativi della brevettazione all'università	p.	183
12. Alcuni segnali di riequilibrio del sistema	p.	184
13. Conclusioni: per una ricerca "inutile"	p.	185

PARTE SECONDA

ALLEGATO 1: La misurazione della R&S. Il Manuale di Frascati Traduzione a cura di Anna Villa	p.	187
ALLEGATO 2: La misurazione dell'innovazione nelle imprese. Il Manuale di Oslo Traduzione a cura di Anna Villa	p.	195
ALLEGATO 3: Manifesto del "Gruppo 2003": per una rinascita della ricerca scientifica in Italia	p.	211
BIBLIOGRAFIA	p.	217

PREFAZIONE

L'idea di curare questo libro è maturata nell'ambito della mia collaborazione con la Fondazione CRUI sui temi della ricerca scientifica, dell'innovazione e della formazione di alto livello.

Abbiamo osservato che molti operatori del mondo dell'università e della ricerca, pur conoscendo a fondo il proprio specifico settore, esprimono l'esigenza di acquisire una visione complessiva del sistema nelle sue dimensioni organizzative, istituzionali, economiche, politiche. Tale esigenza si fa ancora più pressante per gli studenti dei corsi di dottorato ed i post-doc, che non si vogliono limitare ad apprendere ed a svolgere il "mestiere" di ricercatore o di docente, ma che hanno la necessità di conoscere il mondo in cui proiettano il proprio futuro.

Nel volume viene illustrato il sistema della produzione e della distribuzione della conoscenza, i suoi attori, le politiche degli operatori pubblici e privati, i problemi che tale sistema vive oggi sia nel nostro paese che a livello internazionale.

Il libro raccoglie una serie di contributi in parte pubblicati su riviste o in libri, in parte predisposti per l'occasione. Tali contributi hanno in alcuni casi carattere prevalentemente descrittivo, mentre in altri affrontano temi aperti alla discussione che, si spera, solleciteranno l'interesse critico del lettore.

Chi avrà la ventura di leggere questo libro potrà essere preso da un senso di depressione e di frustrazione per la situazione italiana: sono numerosi gli esempi di grandi successi e di istituzioni di eccellenza che testimoniano l'esistenza di notevoli potenzialità; altrettanto chiaro risulta che il nostro paese non pone al centro della sua attenzione la conoscenza, la ricerca, l'università, l'innovazione tecnologica – e ciò mette a repentaglio il suo futuro nella moderna società della conoscenza. Molto c'è da fare per invertire la tendenza ampliando e migliorando il sistema tecnico scientifico in piena sinergia con la società che lo esprime e lo sostiene: una piena coscienza della situazione è il prerequisito per alimentare l'ottimismo della volontà - ed il libro vuole essere un contributo in questa direzione.

Giorgio Sirilli

CAPITOLO 1

LE CONOSCENZE, LA RICERCA E SVILUPPO, L'INNOVAZIONE¹

di Giorgio Sirilli

L'uomo per sua natura vuole conoscere, esplorare, creare, inventare, spinto dalla curiosità e dal desiderio di migliorare le proprie condizioni spirituali e materiali. La curiosità scaturisce dalla voglia di comprendere le infinite dimensioni dell'universo, mentre le necessità quotidiane spingono l'uomo a fare cose che non poteva fare in precedenza per introdurre innovazioni che gli consentano di dominare la natura e di aumentare il livello di benessere. E la scienza si è dimostrata uno strumento potente in questa continua ricerca.

Nel corso dei secoli la scienza è stata praticata da singoli individui con mezzi limitati, a volte sostenuti da mecenati che promuovevano le arti, la cultura e la scienza sia per motivi di prestigio che, nel caso dei governanti, di supremazia politica e militare.

Senza andare molto indietro nella storia della scienza e della tecnologia, appare opportuno focalizzare l'attenzione a tempi a noi più vicini, partendo dalla Rivoluzione industriale della metà del Settecento, notoriamente figlia di profonde innovazioni tecnologiche introdotte nel modo di produrre beni e servizi e basate su nuove conoscenze scientifiche. Adam Smith scriveva che i miglioramenti nei macchinari provenivano sia dai produttori e dagli utilizzatori delle macchine, sia da "filosofi e uomini di pensiero, la cui attività è quella di non fare nulla ma di osservare tutto". Si trattava dei 'filosofi naturali' che successivamente, nel XIX secolo, vennero chiamati 'scienziati'. Il salto di qualità che caratterizza la società in cui viviamo, ormai sempre più spesso chiamata 'società della conoscenza', avviene nella seconda metà dell'Ottocento allorché si afferma l'istituzionalizzazione di organizzazioni stabili per generare idee, scoperte e invenzioni: i laboratori di ricerca. Sebbene esistessero in precedenza laboratori nelle università, è soltanto negli anni '70 del XIX secolo che appaiono laboratori di ricerca nell'industria, in particolare quella chimica ed elettrica. Questo cambiamento della struttura industriale, accompagnato dalla crescita dei laboratori di ricerca pubblici, di istituti di ricerca privati indipendenti e dei laboratori di ricerca delle università, ha cambiato profondamente il panorama del sistema innovativo al punto che alcuni osservatori hanno sostenuto che la più grande invenzione del XIX secolo è stata il metodo stesso dell'invenzione.

L'incremento dello sforzo di ricerca progredisce tra la prima e la seconda guerra mondiale, allorché vengono realizzate fondamentali scoperte e invenzioni che trovano la propria applicazione durante il conflitto, vuoi per scopi bellici di distruzione (la bomba atomica ed i missili a lungo raggio), vuoi per salvare vite umane (per esempio la penicillina), vuoi, infine, per l'organizzazione delle operazioni (la ricerca operativa ed il calcolo elettronico). Da un punto di vista organizzativo e politico, il progetto Manhattan per la messa a punto della bomba atomica mostra al mondo intero il potere della scienza e, specialmente, quella dei grandi laboratori, dei grandi progetti. Negli Stati Uniti nasce quella che viene denominata la *big science*. Molti altri avanzamenti vengono fatti registrare nello stesso periodo come risultato di grandi progetti di ricerca svolti con il concorso di ricercatori e tecnici dei laboratori governativi, delle università e delle imprese: gli esempi più noti sono il radar, i calcolatori, i razzi. In tale contesto appare chiaro come il laboratorio di ricerca serva alla produzione di nuove conoscenze sia di carattere generale che legate a specifiche applicazioni, sia alla predisposizione di modelli, disegni,

¹ Il testo del Capitolo 1 è tratto dal libro: Giorgio Sirilli, *Ricerca e Sviluppo*, Il Mulino, Bologna, 2005.

manuali, prototipi per nuovi prodotti o di impianti pilota e piattaforme sperimentali per nuovi processi.

A partire dalla seconda Guerra mondiale i governi comprendono che, per mantenere ed accrescere i propri livelli di benessere e di sicurezza, nel quadro della competizione tra blocchi in cui si innesta non soltanto la corsa agli armamenti ma anche la competizione tra Usa e Urss per la conquista dello spazio, è necessario finanziare generosamente gli scienziati che, prima o poi, produrranno scoperte utili per l'uomo. La scienza viene dunque usata a scopi strategico-militari, e la ricerca diventa un primario strumento di potere nello scacchiere internazionale. Il riconoscimento dell'importanza dello stato nel sostegno alla ricerca, in particolare a quella di base, costituisce il tema principale di quello che viene considerato uno dei primi documenti programmatici della politica della ricerca: il rapporto presentato da Vannevar Bush al presidente americano Roosevelt, dal significativo titolo "Scienza: la frontiera infinita", pubblicato nel 1945. Nel rapporto si sostiene che la ricerca scientifica ha ampiamente dimostrato di produrre positivi effetti per la società nel suo complesso e che quindi vi sia la necessità di finanziare con abbondanti risorse pubbliche la ricerca svolta nei laboratori delle grandi agenzie pubbliche come pure quelli delle imprese. Uno degli esiti del rapporto fu l'istituzione della National Science Foundation, agenzia incaricata di finanziare progetti promettenti e meritevoli di investimento proposti dai ricercatori sulla base del loro interesse scientifico. Tale rapporto diventa una sorta di "manifesto", adottato pressoché da tutti i paesi, che vede la scienza come un investimento che genererà sicuramente cospicui benefici a cui inevitabilmente seguiranno le applicazioni per l'avanzamento della società. Negli Usa vengono istituiti altri organismi, tra cui la Nasa, agenzia nata con l'obiettivo dell'esplorazione spaziale, obiettivo irraggiungibile senza straordinari avanzamenti nella scienza e nella tecnologia.

Ma come mai si è proceduto a passi da gigante verso l'istituzionalizzare della ricerca e sviluppo? Principalmente per tre motivi.

Il primo consiste nella progressiva integrazione tra scienza e tecnologia, intendendo per scienza l'attività volta alla individuazione ed alla sistematizzazione di fatti, principi e metodi, specialmente attraverso esperimenti ed ipotesi e, per tecnologia, il processo attraverso cui le proprietà della materia e le fonti di energia disponibili in natura vengono asservite alla soddisfazione dei bisogni dell'uomo. Ciò che nel passato poteva essere inventato basandosi sull'osservazione e sui tentativi sistematici non basta più. Per far progredire la tecnologia è necessario conoscere i principi di base dei fenomeni naturali e dunque un corpus formale di conoscenze che provengono dai laboratori di ricerca e che vengono trasmessi nelle università, in particolare attraverso i programmi di dottorato di ricerca. Gli avanzamenti prodigiosi nei settori della biologia molecolare, della microelettronica, nei nuovi materiali, sarebbero stati impensabili senza il ricorso ad una sofisticata base scientifica prodotta nei laboratori di ricerca. Sebbene la scienza e la tecnologia siano due sistemi sviluppatisi separatamente e con un notevole grado di autonomia, essi interagiscono profondamente l'uno con l'altro, talvolta in maniera tale che non è possibile distinguere tra i due. La relazione tra scienza e tecnologia è peraltro bidirezionale. Al contrario di quanto si può a prima vista pensare, non soltanto la scienza influisce profondamente sulla tecnologia, ma quest'ultima può consentire fondamentali avanzamenti scientifici. Per esempio la tecnologia Bessemer ha preceduto la scienza della metallurgia, ed il transistor ha spianato la strada alla fisica dello stato solido. Inoltre la strumentazione scientifica ha svolto un ruolo chiave nello sviluppo della scienza: senza il telescopio Galileo non avrebbe aperto la strada all'astronomia moderna, senza la tomografia assiale computerizzata la diagnostica medica non avrebbe potuto fare i passi avanti che sperimentiamo ogni giorno come pazienti, senza i calcolatori elettronici la stessa scienza non sarebbe progredita così velocemente. Alcuni studiosi si sono chiesti se la distinzione tra scienza e tecnologia sia ancora utile. Altri hanno sostenuto, un po' semplificando, che la differenza tra scienza e tecnologia consiste nel fatto che la prima produce conoscenze pubbliche e pubblicate, e la seconda conoscenze private e spesso tenute segrete. Da un punto di vista di vista organizzativo la scienza avrebbe sede prevalentemente nell'università e nelle strutture pubbliche, la tecnologia nelle imprese.

Un secondo motivo è rappresentato dalla crescente complessità delle tecnologie che non consentono di effettuare esperimenti nelle strutture di produzione durante il loro impiego: di qui

la necessità di separare il momento inventivo da quello della produzione, con la simulazione degli esperimenti nei laboratori di ricerca e sviluppo.

Un terzo elemento è da ricollegare alla professionalizzazione della ricerca ed alla conseguente divisione del lavoro che fornisce un vantaggio allorché nei laboratori vengono concentrate risorse umane altamente specializzate, strumentazioni scientifiche sofisticate e sistemi di supporto tecnico-scientifico. Le attività di ricerca si caratterizzano dunque per una forte concentrazione di scienziati, ricercatori, tecnici, sostenuti nel proprio lavoro da una quota alquanto ridotta di personale di supporto. Ecco dunque la diffusione dei laboratori centrali dei grandi gruppi industriali (laboratori *corporate*) in cui viene eseguita la ricerca 'di punta', di lungo periodo, a volte di base, a cui si aggiungono i laboratori di ricerca operanti nelle divisioni produttive, più orientati alla ricerca applicata ed allo sviluppo dei prodotti. Negli anni più recenti si è assistito ad un'ulteriore modifica organizzativa, che vede la trasformazione dei laboratori centrali in società indipendenti che vendono sul mercato aperto il servizio di ricerca e sviluppo, non necessariamente alle imprese del gruppo di appartenenza e quindi anche alle imprese concorrenti di quella che ne detiene il controllo.

Il crescente ruolo rivestito dalla scienza e dalla tecnologia nella società contemporanea ha condotto negli anni più recenti ad utilizzare varie espressioni per caratterizzare le società e le economie più sviluppate quali 'società dell'informazione', 'società basata sulla conoscenza', 'economia dell'apprendimento'. Tali espressioni mettono al centro dei processi sociali ed economici la capacità di produrre, gestire, distribuire ed utilizzare le conoscenze, non soltanto e non necessariamente di tipo scientifico e tecnologico, ma ad esse comunque collegate come quelle organizzative, manageriali, di marketing. In tale contesto assume un'importanza centrale il processo dell'apprendimento, sia da parte delle singole persone che delle organizzazioni.

Vi sono vari tipi di conoscenza, e vari modi per produrla, trasmetterla ed utilizzarla. Bengt Ake Lundvall ha proposto una distinzione tra diversi tipi di conoscenza: sapere cosa (*know-what*), cioè avere la conoscenza dei fatti rilevanti, che di solito viene chiamata informazione e che può essere suddivisa in frammenti e bit e comunicabili come dati (per esempio in che anno avvenne la scoperta dell'America, quanti abitanti conta Milano o qual è il numero telefonico dei vigili del fuoco); sapere il perché delle cose (*know-why*), cioè avere la conoscenza scientifica di principii e leggi di movimento della natura, della mente umana e della società (questo tipo di conoscenza è estremamente importante per lo sviluppo tecnologico in alcuni settori, come per esempio nelle biotecnologie, nei nuovi materiali, nella microelettronica, in quanto consente di rendere più veloci gli avanzamenti nella tecnologia e di ridurre la frequenza degli errori nelle procedure sperimentali di 'prova ed errore'); sapere fare (*know-how*), cioè avere le competenze pratiche per fare qualcosa e che risiedono non soltanto nelle persone ma anche, e soprattutto, nelle organizzazioni; infine sapere chi fa cosa (*know-who*), cioè essere informati su chi è in grado di risolvere specifici problemi, il che comporta la formazione di relazioni sociali con gli esperti per poter accedere alle loro conoscenze e utilizzarle in maniera efficiente.

Le conoscenze dei primi due tipi, il *know-what* ed il *know-why*, si possono acquisire tramite la consultazione di libri e manuali, assistendo a lezioni o mediante l'accesso a banche dati, e sono pertanto definite come 'conoscenze codificate': infatti vengono espresse in un linguaggio comune e universalmente condiviso e coincidono con l'informazione. Dal canto loro, il *know-how* ed il *know-who*, poggiano soprattutto sull'esperienza pratica e sull'apprendistato, e quindi sulla trasmissione del sapere dal maestro all'apprendista. Il maestro può essere il ricercatore senior che guida il laureato nel percorso del dottorato di ricerca, lo *chef* che insegna agli assistenti come preparare, guarnire e servire le pietanze, o il chirurgo che mostra dal vivo, in camera operatoria, al proprio assistente come impostare ed eseguire un'operazione. Queste ultime conoscenze sono in genere definite 'tacite' in quanto di norma non sono documentate o rese esplicite da chi le usa e le controlla (per mancanza di incentivi a codificarle o perché tacite per loro natura – si pensi alla distanza che intercorre tra la documentazione contenuta in un brevetto e la effettiva capacità di replicare l'invenzione, e tra le ricette descritte in un libro di cucina ed i piatti preparati dallo *chef*, o tra i protocolli chirurgici e l'abilità nel risolvere i problemi sul tavolo operatorio). L'aspetto fondamentale dell'apprendimento individuale e organizzativo è in

definitiva la trasformazione della conoscenza da tacita in codificata in un continuo processo di accumulazione del sapere.

Nel corso degli anni più recenti si è assistito ad una modifica strutturale dei processi innovativi, con la crescente formazione di reti di ricerca collaborative basate sull'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e con il sempre più frequente ricorso alla simulazione al computer dei fenomeni e delle soluzioni tecniche. Le imprese sempre più spesso sviluppano la propria capacità di raccogliere, elaborare, simulare, visualizzare, riutilizzare grandi basi dati per sviluppare nuovi prodotti sofisticati "in silico", prima delle prove "in vitro" o in "in vivo", tipiche della tradizionale ricerca in campo biologico.

CAPITOLO 2

LA RICERCA ITALIANA NEL QUADRO INTERNAZIONALE¹

di Giorgio Sirilli

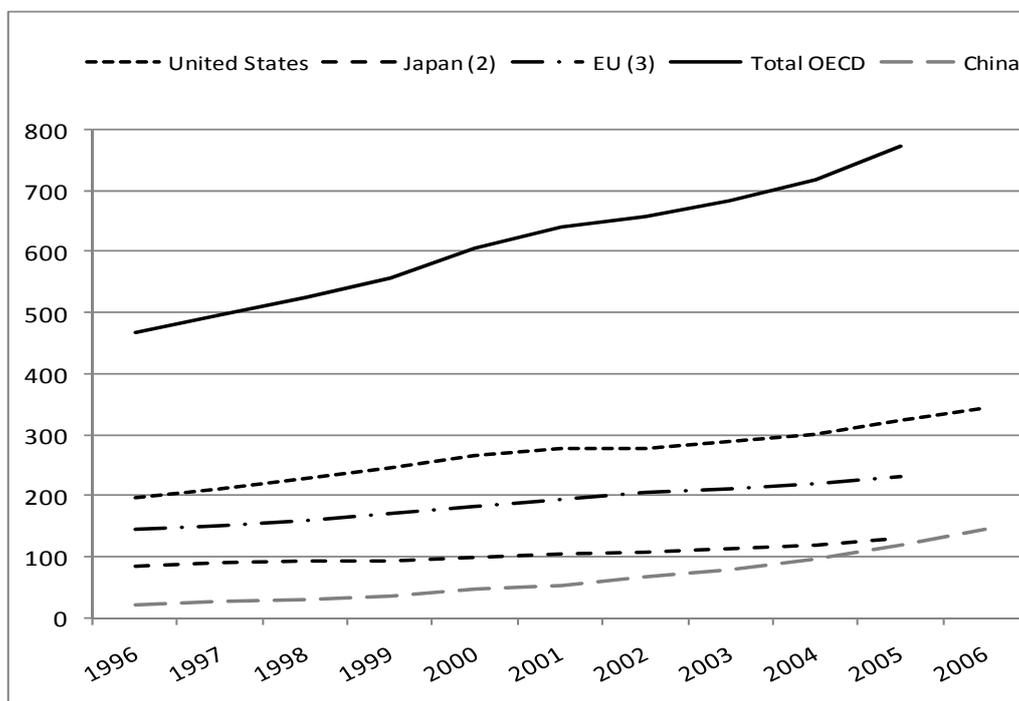
1. La ricerca nel contesto internazionale

La ricerca scientifica si presenta come un fenomeno altamente concentrato a livello di paesi, di regioni, di settori, di organizzazioni pubbliche e private. A livello internazionale essa è di fatto appannaggio dei paesi più sviluppati. Questi spendono oltre l'85% del totale mondiale, mentre quelli in via di sviluppo contribuiscono per il restante 15%, la R&S si concentra nel Nord America (38%), in Europa (29%) ed in Giappone (15%).

L'investimento in R&S dei paesi più sviluppati dell'OCSE ha raggiunto i 771,5 miliardi di dollari USA nel 2005, con un incremento di 303 miliardi rispetto al 1996 (Figura 1). La spesa per R&S è cresciuta in termini reali del 4,4% all'anno nel periodo 1996-2001, ma il tasso di crescita si è ridotto al 2,3% tra il 2001 ed il 2005-2006. Tra il 1996 ed il 2005-2006 la spesa per R&S espressa in termini reali è cresciuta ad un ritmo simile negli Usa, in Giappone e nell'Europa (tra il 2,3% ed il 3,4%). Nel 2005 le quote delle tre principali regioni della Triade sono state del 42% per gli USA, del 30% per l'Europa e del 17% per il Giappone. Mentre l'Europa ed il Giappone hanno mantenuto la quota che avevano nel 2000, quella degli USA si è ridotta di 2 punti percentuali.

¹ Parte del testo è tratta dal libro: Giorgio Sirilli *Ricerca e Sviluppo*, Il Mulino, Bologna, 2005.

Figura 1 - Spesa per R&S nell'area OCSE (miliardi di dollari Usa)

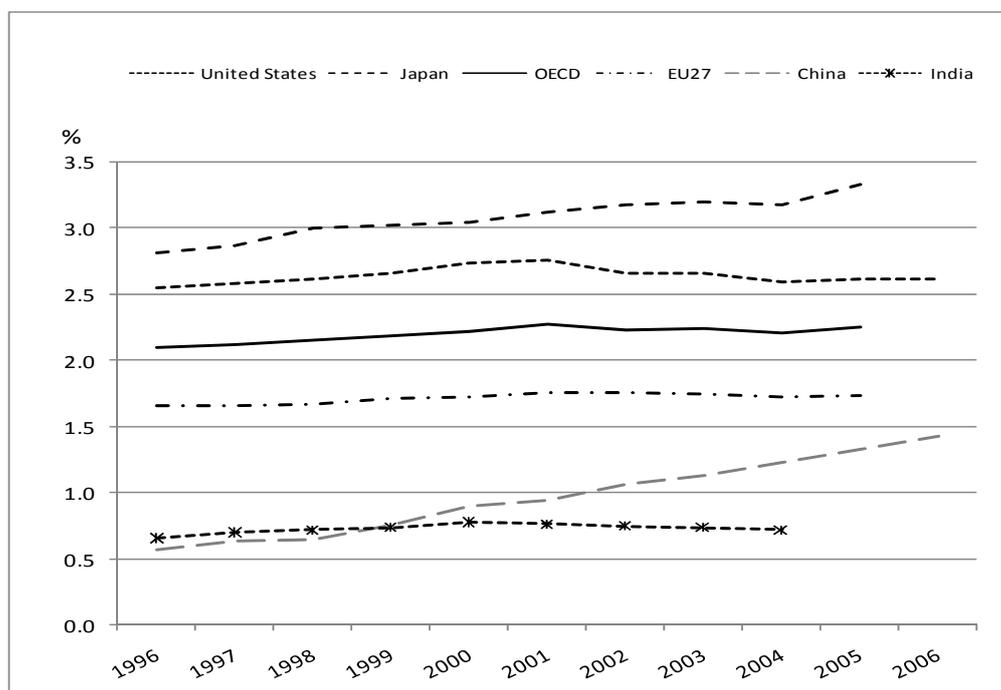


Fonte: OCED

La distribuzione globale della R&S sta cambiando notevolmente ed alcuni paesi non membri del club di quelli più industrializzati dell'Occidente stanno diventando importanti esecutori della ricerca. La spesa per R&S della Cina ha raggiunto nel 2006 i 144 miliardi di dollari USA, cifra superiore a quella del Giappone (130,7 miliardi nel 2005) e circa metà di quella degli USA (232 miliardi nel 2005). Tuttavia, usando differenti e probabilmente più appropriati tassi di cambio in parità di potere d'acquisto, la spesa della Cina era pari a 87 miliardi di dollari USA nel 2006. Al di là del rapporto tra monete, è da registrare la crescita esplosiva della spesa per R&S della Cina, che è stata del 16% annuo in termini reali tra il 2000 ed il 2006.

Nel 2005 il valore del rapporto tra spesa per R&S e Pil è stato di 2,25% per l'intera area OCSE, valore superiore a quello di 2,21% del 2004 ma inferiore al picco di 2,27% del 2001 (Figura 2). Negli Usa l'intensità di R&S è scesa dal valore di 2,67% del 2001 al 2,62% del 2006, mentre in Giappone ha raggiunto il massimo valore di 3,33% nel 2005. L'Europa ha fatto registrare un modesto incremento – dall'1,73 del 2004 all'1,74% del 2005- ben al di sotto dell'obiettivo di Lisbona del 3% nel 2010. Va registrato che la Cina ha piani ambiziosi: portare l'indicatore al 2% nel 2010 ed al 2,5% nel 2020.

Figura 2 - Spesa per R&S in rapporto al Pil nei paesi dell'area OCSE
(percentuale)



Fonte: OCED

Esaminando le tre aree all'avanguardia dello sviluppo economico e nella generazione delle conoscenze scientifiche e tecnologiche, si osserva che nel 2005 i paesi dell'Europa dei 15 investivano in R&S 193 milioni di dollari USA, mentre la spesa degli Usa era equivalente a 287 milioni e quella del Giappone a 115 milioni (Tabella 1). Dunque l'Europa dei 15, con una popolazione superiore a quella americana, e che ambisce a diventare l'area geografica a più elevata concentrazione di conoscenza, mostra una struttura di ricerca più piccola (poco più di due terzi) di quella statunitense.

Tabella 1 - La spesa per R&S in alcuni paesi dell'Ocse - 2005

Paesi	Spesa per R&S			R&S/PIL	
	Milioni di dollari 2000 (PPP)	Quota sul totale dei paesi europei	Tasso di incremento medio annuo in termini reali 2001-2005	%	Tasso di incremento medio annuo in termini reali 2001-2005
Svezia	10.592	5,5	0,38	3,80	-1,82
Finlandia	5.242	2,7	3,29	3,48	1,09
Germania	54.430	28,2	0,51	2,48	0,16
Francia	35.335	18,3	0,61	2,13	-0,64
Belgio	5.612	2,9	-0,99	1,84	-2,31
Danimarca	4.011	2,1	1,71	2,45	0,50
Olanda	8.630	4,5	0,08	1,74	-0,67
Austria	6.056	3,1	5,29	2,41	3,74
Regno Unito	29.873	15,5	1,26	1,76	-0,66
Irlanda	1.784	0,9	8,20	1,26	2,91
Italia	16.598	8,6	0,60	1,09	0,00
Spagna	11.302	5,9	7,80	1,12	4,62
Portogallo	1.468	0,8	0,54	0,81	0,25
Grecia	1.444	0,7	3,65	0,58	0,00
Europa 15	192.833	100,0	1,20	1,87	0,00
USA	287.092	-	1,13	2,62	-1,01
Giappone	115.087	-	2,66	3,32	1,28
Cina	61.667	-	19,95	1,33	8,00
Cina Taipei	12.885	-	8,27	2,45	3,56
Russia	16.071	-	3,25	1,07	-1,86
Israele	6.368	-	1,32	4,51	-1,05

Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators, 2008

Nel periodo dal 2001 al 2005 l'incremento della spesa per R&S in termini reali è stato del 1,13% negli Usa, dell'1,20% in Europa, mentre il Giappone è cresciuto del 2,66%. In ambito europeo i paesi scandinavi hanno fatto registrare incrementi inferiori a quelli del passato, quelli di grandi dimensioni si sono attestati intorno all'1% (Germania 0,51%, Francia 0,61%, Regno Unito 1,26% e Italia 0,60%), mentre i paesi che investono tradizionalmente poco in R&S hanno compiuto sensibili passi in avanti (Grecia 3,65%, Spagna 7,80%) (Tabella 1). Spettacolari sono gli incrementi della Cina (quasi il 20% annuo della Repubblica Popolare Cinese ed oltre l'8% di Taiwan).

Il dato italiano, con una spesa di 16.598 milioni di dollari nel 2005 conferma la cronica debolezza del nostro paese. Tale spesa rappresenta il 8,6% del totale dei 15 paesi europei, laddove la Germania contribuisce per il 28,2%, la Francia per il 18,3% ed il Regno Unito per il 15,5%.

Nella parte destra della Tabella 1 viene riportato il valore del rapporto tra spesa per R&S e Prodotto interno lordo (Pil). Tale indicatore consente di mettere a confronto paesi di differenti dimensioni. Tuttavia le comparazioni dei livelli e delle variazioni del rapporto sono soggette ad alcune limitazioni. Oltre ai dati sulla R&S posti al numeratore che determinano in maniera diretta il quoziente, entrano in gioco altri fattori che lo influenzano indirettamente. Questi includono la struttura industriale di un paese (per esempio la quota di imprese ad alta intensità di R&S nel settore industriale rispetto a quelle dei settori tradizionali), il tasso di variazione del Pil, la struttura del bilancio statale. La "produttività" dell'investimento in R&S e dell'intensità di ricerca è peraltro legata a tutta una serie di fattori quali la quantità e la qualità delle risorse

umane, il contesto organizzativo e istituzionale che regola la R&S e, più in generale la natura dei sistemi nazionali di innovazione di impegnare adeguatamente lo i risultati della ricerca.

I dati relativi al 2005 evidenziano cospicue differenze tra aree economiche e tra paesi. Il Giappone è in testa, con una percentuale del 3,32%, seguito dagli Usa, con il 2,62% ed a notevole distanza dall'Europa, con il 1,87%. Anche nell'area europea la situazione appare molto differenziata. Svezia e Finlandia si collocano a livelli decisamente superiori alla media europea, rispettivamente del 3,80% e del 3,48%, l'Olanda, l'Austria ed il Regno Unito sono intorno alla media europea, mentre l'Italia fa parte del gruppo di coda insieme a Spagna, Portogallo, Grecia con percentuali che vanno dall'1,1% allo 0,6%. Anche l'andamento nel tempo del rapporto R&S/Pil mette in evidenza alcune differenze: una stasi in Europa, una diminuzione dell'1% negli USA ed una leggera crescita in Giappone (+1,28%).

Dall'analisi non può mancare un riferimento ai nuovi paesi emergenti quali la Cina, che ha superato l'Italia nel rapporto spesa per R&S/Pil (1,33%) e che ha assegnato alla R&S una decisa priorità incrementando consistentemente la quota di prodotto lordo investita in tale attività (8% all'anno in termini reali dal 2001 al 2005). Anche Taiwan si colloca tra i paesi ad alta intensità di ricerca, mentre la Russia ed Israele hanno fatto registrare un rallentamento nella crescita dell'indicatore.

La spesa per R&S di un paese è costituita dalla somma della spesa delle imprese, delle università, degli organismi pubblici e delle istituzioni senza fine di lucro. Tra i vari paesi si riscontra una netta correlazione tra livello di sviluppo economico e quota di ricerca svolta dalle imprese: più un paese si colloca ad elevati livelli di reddito, più è elevata la quota di R&S delle imprese. Viceversa, nei paesi a più basso livello di sviluppo economico la quota dell'università e degli organismi pubblici di ricerca è predominante. I dati di Tabella 2 mostrano che negli Usa, in Svezia, in Germania, in Giappone, in Finlandia, la percentuale di R&S eseguita dalle imprese oscilla tra il 70% ed il 76% ed in vari altri paesi europei la percentuale supera il 60%. In Italia ed in Spagna la quota delle imprese è intorno al 50%, e tale percentuale scende al 31% in Grecia ed al 38% in Portogallo. Nel nostro paese l'elemento caratterizzante della debolezza strutturale è la scarsa presenza della ricerca industriale, che peraltro si è ridotta nel corso degli anni più recenti con la chiusura ed il ridimensionamento di molte imprese ad alta tecnologia.

Tabella 2 - La spesa per R&S in alcuni paesi dell'Ocse per settore di esecuzione - 2005

Paesi	Imprese	Università	Organismi pubblici	Istituzioni senza fine di lucro	Totale
Stati Uniti	69,7	14,1	12,0	4,3	100,0
Svezia	74,1	20,9	4,7	0,3	100,0
Irlanda	65,5	27,1	7,4	..	100,0
Belgio	68,0	22,3	8,4	1,3	100,0
Germania	69,3	16,5	14,1	..	100,0
Giappone	76,5	13,4	8,3	1,9	100,0
Finlandia	70,8	19,0	9,6	0,6	100,0
Regno Unito	61,4	25,7	10,6	2,3	100,0
Europa 15	63,4	22,4	13,1	1,1	100,0
Francia	62,4	18,7	17,6	1,3	100,0
Austria	67,8	26,7	5,1	0,4	100,0
Danimarca	68,3	24,6	6,5	0,7	100,0
Olanda (a)	56,7	28,8	13,8	0,7	100,0
Spagna	53,8	29,0	17,0	0,1	100,0
Italia	50,4	30,2	17,3	2,1	100,0
Grecia	31,0	47,5	20,3	1,3	100,0
Portogallo	38,5	35,4	14,6	11,5	100,0

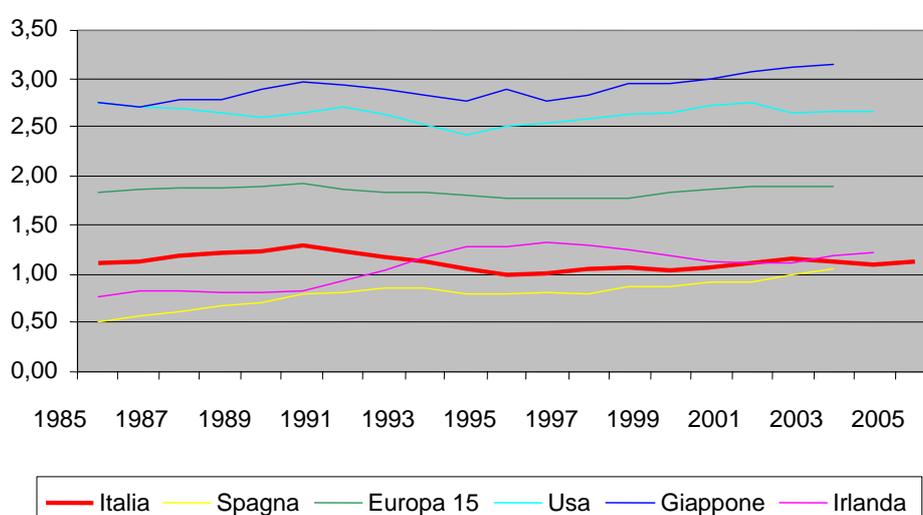
Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators, Aprile 2008

(a) dati al 2002

2. La R&S in Italia

Nel secondo Dopoguerra l'Italia ha dato vita ad un processo di ricostruzione e di sviluppo sociale ed economico che ha visto, insieme ad una'accelerata industrializzazione, l'espandersi della ricerca pubblica in particolare nei settori della fisica, della chimica, del nucleare, dell'elettronica, e, sul piano produttivo, l'affermarsi di industrie ad alta tecnologia in settori quali la chimica, la farmaceutica, l'elettronica, l'aeronautica. Il continuo sviluppo del sistema scientifico e tecnologico si è riflesso sul progressivo aumento della spesa per R&S sia in termini assoluti, che in relazione al Pil. Il rapporto spesa per R&S/Pil è dunque aumentato continuamente fino raggiungere nel 1990 quota 1,3%, per poi iniziare una progressiva discesa fino al livello di 1,1% nel 2005 (Figura 3).

Figura 3 - Rapporto spesa per R&S/Pil



Fonte: Sirilli, 2004

La spesa per R&S sostenuta dagli enti pubblici e dalle imprese in Italia nel 2006 è stata pari a 15.599 milioni di euro, cifra uguale a quella dell'anno precedente se espressa in termini reali. I dati della Tabella 3 mostrano come, nel quadriennio 2002-2005, la spesa espressa in termini reali sia diminuita dell'1,5%.

Il rapporto tra spesa per R&S e Pil nel periodo 2002-2005 si è mantenuto, al di là di qualche modesta oscillazione, intorno al livello dell'1,1% (Tabella 3).

Tabella 3 - Spesa per R&S in Italia.

Anni	Valori a prezzi correnti (milioni di euro)	Valori a prezzi costanti 2000 (a) (milioni di euro)	Variazione % su anno precedente (prezzi costanti 2000) (a)	Rapporto R&S/PIL (%)
2002	14.600	13.714	4,1	1,13
2003	14.769	13.460	-1,8	1,11
2004	15.252	13.510	0,4	1,10
2005	15.599	13.513	0,0	1,10

Fonte: ISTAT

(a) Calcolati mediante il deflatore del PIL.

La R&S, come molti altri aspetti della struttura economica, si concentra nel Nord (55,4%) e nel Centro (27,2%) del paese; al Sud viene svolto il 17,4% (Tabella 4). Il quadro dello squilibrio regionale può essere ulteriormente elaborato analizzando i tre principali settori in cui la ricerca viene svolta. La ricerca delle imprese si concentra per oltre un terzo tra Piemonte e Lombardia e per oltre un decimo rispettivamente in Emilia Romagna e nel Lazio. Le differenze territoriali tra Nord e Centro-Sud si riducono nel settore pubblico e, soprattutto, nelle università. Il dato relativo alle amministrazioni pubbliche è estremamente elevato nel Centro (51,2%) soprattutto in virtù della presenza nell'area laziale dei lavoratori di vari enti pubblici di ricerca. Per quanto riguarda l'università, la distribuzione della spesa per R&S è decisamente più equilibrata: 40,9% al Nord, 28,0% al Centro e 31,1% nel Mezzogiorno.

Tabella 4 - Spesa per R&S per regione in percentuale
e in milioni di Euro. Anno 2005

Regioni	Spesa per R&S (percentuale)				Totale
	Amministrazioni pubbliche	Università	Imprese	Istituzioni private non profit	
Piemonte	2,8	6,3	20,3	8,5	12,8
Valle d'Aosta	-	-	0,1	0,6	0,1
Lombardia	8,0	12,0	30,5	48,6	21,4
Provincia autonoma di Trento	2,6	1,1	0,4	1,5	1,0
Provincia autonoma di Bolzano	0,2	0,1	0,4	2,3	0,3
Veneto	3,1	6,2	5,0	3,5	5,0
Friuli-Venezia Giulia	1,9	3,2	2,2	0,6	2,4
Liguria	3,6	2,6	3,4	0,8	3,1
Emilia-Romagna	4,3	9,4	11,2	2,9	9,3
Toscana	6,6	11,1	4,3	2,5	6,7
Umbria	0,6	2,1	0,5	0,1	1,0
Marche	0,5	2,2	1,2	0,2	1,4
Lazio	51,2	12,6	10,1	15,5	18,1
Abruzzo	1,7	2,0	1,6	0,3	1,7
Molise	0,1	0,3	-	1,3	0,2
Campania	4,7	10,6	4,9	4,3	6,5
Puglia	2,1	5,3	1,3	4,2	2,7
Basilicata	0,4	0,5	0,3	-	0,4
Calabria	0,6	2,0	0,1	0,1	0,8
Sicilia	3,5	7,7	2,1	2,1	4,0
Sardegna	1,5	2,7	0,1	0,1	1,1
Totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nord-Ovest	14,4	20,9	54,3	58,5	37,4
Nord-Est	12,1	20,0	19,2	10,8	18,0
Centro	58,9	28,0	16,1	18,3	27,2
Mezzogiorno	14,6	31,1	10,4	12,4	17,4
Totale (milioni di Euro)	2.701	4.712	7.856	330	15.599

Fonte: ISTAT

3. Gli attori della R&S in Italia

Da un punto di vista organizzativo-istituzionale le organizzazioni che svolgono l'attività di R&S sono raggruppate in quattro categorie: le amministrazioni pubbliche, le università, le imprese, le istituzioni senza fine di lucro.

Nel 2005 in Italia poco più della metà della spesa per R&S è stata svolta dalle imprese (50,4%); la restante quota è stata eseguita dagli enti pubblici di ricerca e dall'università (il 47,5%, pari a 7.413 milioni di euro) e dalle istituzioni senza fini di lucro (2,1%) (Tabella 5).

Tabella 5 - Spesa per R&S in Italia per settore istituzionale – 2005

Settori istituzionali	Milioni di Euro	%
Istituzioni pubbliche	2.722	17,8
Istituzioni private non profit	233	1,5
Imprese	7.293	47,8
Università	5.005	32,8
Totale	15.252	100,0

Fonte: ISTAT

(b) Con riferimento all'anno 2005 è stata modificata la procedura di stima della spesa per R&S delle Università (vedi nota informativa allegata).

Ciascun settore svolge al contempo il ruolo di finanziatore e di esecutore della R&S. Esaminando i flussi tra settori, si può osservare che nel 2006 il settore pubblico risultava il grande finanziatore, sostenendo il 48,3% del bilancio nazionale di R&S (8.133 milioni di euro) (Tabella 6). Questa somma è stata destinata in larga parte alle università (58,8%) e agli enti pubblici di ricerca (30,9%), ma anche in misura significativa alle imprese, per le quali il sostegno pubblico rappresenta l'8,2% della spesa totale sostenuta (questa cifra si aggiunge al 80,2% di autofinanziamento, mentre la restante quota proviene da fonti estere, tipicamente altre imprese, (11,6%). Il settore delle imprese finanzia, a sua volta, soltanto il 40,4% della spesa per ricerca italiana.

Tabella 6 - Spesa per R&S in Italia per settore finanziatore e esecutore. Anno 2006 (milioni di Euro)

Settore di esecuzione	Settore di finanziamento					Totale
	Amministrazione pubblica	Imprese	Soggetti e organismi privati italiani	Eestero	Università	
Amministrazione pubblica	2.513	118	57	206	4	2.897
Istituzioni senza fine di lucro	172	39	382	34	2	630
Imprese	664	6.584	5	954	3	8.210
Università	4.784	63	52	195	-	5.094
Totale	8.133	6.804	496	1.389	9	16.831

Fonte: ISTAT, La ricerca e sviluppo in Italia, 2006-2008

3.1 L'università

Il sistema universitario italiano ha una presenza capillare su tutto il territorio nazionale: ad oggi sono operanti in Italia 95 atenei, con un numero di sedi operative molto elevato, che garantiscono un'offerta formativa molto articolata dal punto di vista scientifico e disciplinare: oltre 5.400 i corsi di laurea attivati nel 2008 di primo, secondo livello o a ciclo unico.

Insieme alla rilevante crescita del sistema universitario degli anni più recenti e quindi dell'offerta didattica, è aumentata la domanda di formazione superiore. In Italia la popolazione universitaria è cresciuta a ritmo sostenuto a partire dagli anni sessanta: dai 217.000 iscritti nell'anno accademico 1960/1961 ai circa 1.800.000 nel 2007/2008 (cifra che rimane stabile ormai da alcuni anni).

Nel 2007 il personale ricercatore e docente di ruolo delle università ammontava a poco meno di 62.000 unità: poco più di 23.000 i ricercatori, poco meno di 40.000 i docenti (divisi abbastanza equamente tra ordinari ed associati).

Nelle università italiane esistono anche figure "non strutturate" stabilmente dedite ad attività di ricerca, con incarichi che si potrebbero definire in generale "a tempo determinato" (dai due ai quattro anni, a seconda dei casi). La figura centrale di questa categoria è quella del dottorando. Un'altra figura importante è quella dell'assegnista di ricerca, dotato di borsa di studio mediante concorso, rivestita normalmente da chi ha conseguito il titolo di dottore di ricerca.

I dati relativi al personale che nelle università ha contratti di collaborazione per attività di ricerca mostrano che, se si escludono i contratti per i medici specializzandi, il totale di tutti i contrattisti (circa 20.000) è quasi pari a quello del personale ricercatore di ruolo.

Le università statali italiane sono finanziate prevalentemente da fondi pubblici mediante strumenti diversi.

La parte più cospicua del finanziamento (nel 2009 l'importo stanziato in Finanziaria è di poco inferiore a sette miliardi di euro) arriva nelle strutture attraverso il Fondo di Finanziamento Ordinario (FFO), legato al funzionamento degli Atenei e assegnato come bilancio omnicomprensivo.

Un'altra voce significativa nei finanziamenti delle università è rappresentata dalle contribuzioni degli studenti che non può superare il 20% della quota di FFO.

Le entrate del sistema universitario italiano del 2006 ammontavano a 12.249 milioni di euro così ripartiti: FFO (7.008), fondi finalizzati del MIUR (924), , fondi finalizzati provenienti da altri soggetti (1.940), entrate contributive (1.514), alienazione di beni patrimoniali e prestiti (397), entrate diverse (466).

In Italia il dottorato di ricerca è stato istituito piuttosto di recente, nel 1980, ed è stato successivamente oggetto di alcuni mutamenti nell'impostazione didattico-scientifica.

Nell'anno accademico 2006/2007 gli iscritti ai corsi di dottorato di ricerca (in tutti i cicli attivi) erano poco meno di 40.000; circa 10.000 i dottori di ricerca del 2006.

3.2 Gli enti e le strutture pubbliche di ricerca

Gli enti pubblici di ricerca sono stati istituiti in tutto il mondo a partire dal dopoguerra per perseguire progetti strategici di rilevanza nazionale e internazionale che richiedono organizzazioni e apparecchiature complesse e di grandi dimensioni – si pensi al CERN di Ginevra o ai vari Consigli delle Ricerche. Il panorama degli enti pubblici italiani di ricerca è variegato. Esso è costituito da oltre 70 enti diversi che svolgono esclusivamente ricerca, o per i quali la R&S rappresenta una tra le attività tecnico scientifiche previste nel loro mandato.

Di seguito vengono descritti i profili e le attività di alcuni dei principali attori del sistema della ricerca e dell'innovazione.

Il *Consiglio Nazionale delle Ricerche* è il principale ente pubblico di ricerca italiano. E' stato fondato nel 1923 e trasformato in organo dello Stato nel 1945. Dal 1989 è vigilato dal Ministero dell'Università e Ricerca. Fino al 1989, anno di nascita del MURST (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica), il CNR aveva il ruolo di coordinatore della politica scientifica e tecnologica italiana, in particolare attraverso la gestione dei Progetti Finalizzati.

Attualmente, la *mission* del CNR è quella di svolgere, promuovere, diffondere, trasferire e valorizzare attività di ricerca nei principali settori di sviluppo delle conoscenze e delle loro applicazioni per lo sviluppo scientifico, tecnologico, economico e sociale del paese, perseguendo l'integrazione di discipline e tecnologie diffuse ed innovative anche attraverso accordi di collaborazione e programmi integrati.

L'ente svolge attività di ricerca fondamentale nei propri istituti, collabora con il sistema industriale e ne promuove l'innovazione e la competitività fornendo tecnologie e soluzioni capaci di dare risposte ai bisogni emergenti, individuali e collettivi. Inoltre promuove l'internazionalizzazione del sistema della ricerca attraverso la mobilità dei ricercatori, la collaborazione con organismi internazionali, la partecipazione ad iniziative scientifiche internazionali; fornisce attività di consulenza al governo e ad altre istituzioni su temi strategici per il paese e la collettività; contribuisce alla qualificazione delle risorse umane.

Le attività del CNR si articolano in 11 dipartimenti (macro aree di ricerca scientifica e tecnologica a carattere interdisciplinare): terra e ambiente, energia e trasporti, agroalimentare, medicina, scienze della vita, progettazione molecolare, materiali e dispositivi, sistemi di produzione, Ict, identità culturale, patrimonio culturale.

Ciascuna delle macro aree ha compiti di programmazione, coordinamento e controllo dei risultati derivanti dall'attività degli istituti, che rappresentano le unità presso cui si svolge attivamente l'attività di ricerca. Gli Istituti si caratterizzano per le competenze, le attrezzature sperimentali, l'eccellenza dei ricercatori. Complessivamente gli Istituti del CNR sono 107, alcuni dei quali in stretta collaborazione con le università.

Il CNR è presente in tutta Italia attraverso la rete degli Istituti, con una diffusione capillare delle proprie competenze su tutto il territorio nazionale che agevola i contatti e le collaborazioni con enti e industrie locali. Le Aree di ricerca sono costituite con lo scopo di fornire agli Istituti che sono in esse localizzati servizi comuni di supporto logistico, tecnico, informatico e amministrativo, tenuto conto delle esigenze di funzionalità ed economicità di gestione.

Ad aprile 2008 il CNR contava 7.394 dipendenti di cui oltre la metà (4309) fra ricercatori e tecnologi. La fonte di finanziamento principale è di natura pubblica; il CNR partecipa a numerosi progetti internazionali finanziati dalla Commissione Europea (FP) ed altre organizzazioni nazionali ed internazionali.

L'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente nasce nel 1952 come centro di ricerca nucleare. Esso è direttamente impegnato in diversi progetti di ricerca, tra cui spiccano le energie alternative, l'ambiente e le biotecnologie, con il compito di promuovere ed effettuare attività di ricerca di base e applicata e di innovazione tecnologica, di diffondere e trasferire i risultati ottenuti, nonché di svolgere servizi di alto livello tecnologico, anche in collaborazione con il sistema produttivo.

L'ente è vigilato dal Ministero dello sviluppo economico; i suoi compiti principali sono: promuovere e svolgere attività di ricerca di base ed applicata e di innovazione tecnologica, anche mediante la realizzazione di prototipi e l'industrializzazione di prodotti, diffondere e trasferire i risultati ottenuti, favorendone la valorizzazione a fini produttivi e sociali, fornire a soggetti pubblici e privati servizi ad alto contenuto tecnologico, studi, ricerche, misure, prove e valutazioni.

Le attività di ricerca dell'ENEA, di base e applicata, che si riferiscono all'energia, all'ambiente, alle ricadute delle tecnologie sviluppate e al loro trasferimento, sono svolte da cinque dipartimenti: ambiente, cambiamenti globali e sviluppo sostenibile, biotecnologie agroindustria e protezione della salute, fusione tecnologie e presidio nucleari, tecnologie fisiche e nuovi materiali, tecnologie per l'energia, fonti rinnovabili e risparmio energetico.

Essi operano negli undici Centri di Ricerca dell'ente, in cui si svolge l'attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico. L'ente è inoltre dotato di: 4 sedi periferiche (Genova, Venezia, Pisa, Palermo); 13 Centri di Consulenza per l'energia e l'innovazione distribuiti su tutto il territorio nazionale, che operano come veri e propri "terminali territoriali"; un Ufficio di rappresentanza a Bruxelles che ha il compito di promuovere e rafforzare l'immagine e la partecipazione dell'ENEA a livello comunitario, oltre a fornire informazione, consulenza operativa e supporto logistico alle unità tecniche ENEA.

Inoltre l'ENEA promuove e partecipa in diversi consorzi ed è socio di diverse società nei settori ad elevata tecnologia sia a livello nazionale che internazionale (11 consorzi, 8 spa, 11 srl, 1 società estera).

Al 2006 l'ente contava 2904 dipendenti di cui 1.264 fra ricercatori e tecnologi. Come il CNR anche l'ENEA trova nello Stato il suo finanziatore principale, ma partecipa anche a programmi internazionali e in collaborazione finanziati attraverso bandi pubblici.

L'*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare* (INFN) venne istituito l'8 Agosto 1951 dal Presidente del CNR: infatti inizialmente era uno degli istituti del CNR, mentre attualmente afferisce, come ente di ricerca, al Ministero dell'università e della ricerca. L'INFN è l'ente dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e svolge attività di ricerca, sperimentale e teorica, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare. La ricerca fondamentale in questi settori richiede l'uso di tecnologie e strumenti di ricerca d'avanguardia che l'INFN sviluppa nei propri laboratori e in collaborazione con l'industria. L'Istituto promuove inoltre il trasferimento delle competenze, delle metodologie e delle tecniche strumentali sviluppate nell'ambito della propria attività verso campi di ricerca diversi quali la medicina, i beni culturali e l'ambiente. Tutte queste attività si svolgono in stretta collaborazione con l'Università.

L'attività dell'INFN si basa su due tipi di strutture di ricerca complementari: le Sezioni e i Laboratori Nazionali. Le 19 Sezioni hanno sede in dipartimenti universitari e realizzano il collegamento diretto tra l'Istituto e le università. I quattro Laboratori, con sede a Catania, Frascati, Legnaro e Gran Sasso, ospitano grandi apparecchiature e infrastrutture messe a disposizione della comunità scientifica nazionale e internazionale. Nel 2006 l'INFN occupava 1770 persone, di cui 782 fra ricercatori e tecnologi.

L'*Agenzia Spaziale Italiana* (ASI) nasce, come l'INFN, come Istituto di Ricerche Spaziali del CNR nel 1959, e viene istituita nel 1988 come organismo indipendente afferente al Ministero dell'università e della ricerca. È l'ente pubblico nazionale che ha il compito di promuovere, sviluppare e diffondere, attraverso l'attività di agenzia, la ricerca scientifica e tecnologica applicata al campo spaziale e aerospaziale, con esclusione della ricerca aeronautica, e lo sviluppo di servizi innovativi. Opera secondo il Piano Aerospaziale Nazionale, persegue obiettivi di eccellenza, coordina e gestisce i progetti nazionali e la partecipazione italiana a progetti europei ed internazionali, nel quadro del coordinamento delle relazioni internazionali assicurato dal Ministero degli affari esteri, avendo attenzione al mantenimento della competitività del comparto industriale italiano. Fin dalla sua nascita l'ASI ha organizzato il suo lavoro e i suoi investimenti su cinque direttrici principali: lo studio scientifico dell'Universo, l'osservazione della Terra da satellite, le telecomunicazioni, l'abitabilità nello spazio, lo sviluppo di mezzi per l'accesso allo spazio.

L'ASI gestisce missioni spaziali in proprio o in collaborazione con i maggiori organismi spaziali internazionali, prima di tutto l'Agenzia Spaziale Europea (dove l'Italia è il terzo maggior contribuente dopo Francia e Germania, e a cui l'ASI corrisponde una parte del proprio bilancio), quindi la NASA e le altre agenzie spaziali nazionali. Per la realizzazione di satelliti e strumenti scientifici, l'ASI stipula contratti con le imprese italiane attive nel settore aerospaziale. Le attività di ricerca vengono svolte in cooperazione con le università, il CNR, gli osservatori astronomici, ecc. I campi di studio sono in genere le "scienze dell'universo, le scienze della terra, le scienze della vita" e la tecnologia aerospaziale.

L'*Istituto Superiore di Sanità* ha come missione la tutela della salute pubblica. Vigilato dal Ministero della Salute nasce nel 1934, per svolgere funzioni di ricerca, di sperimentazione, di controllo e di formazione per quanto concerne la salute pubblica. Le attività che svolge sono di: ricerca, sperimentazione, controllo, consulenza, promozione, formazione.

L'organizzazione tecnico-scientifica dell'Istituto si articola in Dipartimenti, Centri nazionali e in Servizi tecnico-scientifici. I Dipartimenti dell'ISS sono strutture tecnico-scientifiche che intendono realizzare, gestire e sviluppare attività omogenee di ricerca, controllo, consulenza e formazione nel quadro delle funzioni istituzionali attribuite all'Istituto e in conformità ai suoi obiettivi programmatici. Gli ambiti di attività sono molto diversificati, dall'ambiente al controllo dei farmaci, dalla prevenzione delle malattie alle nuove tecnologie da impiegare in campo sanitario. Complessivamente i Dipartimenti sono sette: Ambiente e connessa prevenzione primaria, Biologia

cellulare e neuroscienze, Ematologia, oncologia e medicina molecolare, Farmaco, Malattie infettive, parassitarie ed immunomediate, Sanità alimentare e animale, Tecnologie e salute.

I Dipartimenti sono articolati in Reparti, strutture tecnico-scientifiche aventi il fine di svolgere attività di ricerca, controllo e consulenza nel quadro degli obiettivi programmatici affidati al Dipartimento di cui costituiscono articolazione. I Centri nazionali sono strutture tecnico-scientifiche aventi il fine di realizzare, gestire e sviluppare, anche in rapporto con istituzioni esterne, attività di ricerca, controllo, consulenza e formazione, anche a carattere interdipartimentale, nonché di svolgere particolari attività di ricerca nel quadro delle funzioni attribuite all'Istituto e degli obiettivi programmatici dell'Istituto medesimo. I Servizi tecnico-scientifici sono strutture, articolate in settori, aventi il fine di realizzare, sviluppare e gestire attività strumentali per le attività di ricerca, controllo, consulenza e formazione dell'Istituto nell'ambito degli obiettivi programmatici loro affidati.

Nel 2006 l'ISS contava 1400 dipendenti, di cui 535 fra ricercatori e tecnologi.

L'Istituto Nazionale di Statistica nasce nel 1926: compito istituzionale dell'ISTAT è produrre e diffondere informazioni affidabili, imparziali, trasparenti, accessibili e pertinenti, capaci di descrivere le condizioni sociali, economiche e ambientali del paese e i cambiamenti che avvengono in esso, con il vincolo del più rigoroso rispetto della privacy. Tra i suoi impegni più rilevanti, va menzionata la realizzazione dei censimenti generali: popolazione e abitazioni, industria e servizi, agricoltura. All'ISTAT spetta anche l'esecuzione della maggior parte delle indagini comprese nel Programma statistico nazionale, l'insieme di rilevazioni ed elaborazioni considerate indispensabili per il paese.

Dal 1989 l'ISTAT svolge un ruolo di indirizzo, coordinamento, assistenza tecnica e formazione all'interno del Sistema statistico nazionale (Sistan). Il Sistema è stato istituito per razionalizzare la produzione e diffusione delle informazioni e ottimizzare le risorse destinate alla statistica ufficiale; ne fanno parte l'Istat, gli uffici di statistica centrali e periferici delle amministrazioni dello Stato, degli enti locali e territoriali, delle Camere di Commercio, di altri enti e amministrazioni pubbliche, e altri enti e organismi pubblici di informazione statistica. L'Istituto è coinvolto nella costruzione del sistema statistico europeo e produce statistiche che si ispirano ai principi fondamentali della statistica ufficiale: imparzialità, affidabilità, pertinenza, efficienza, riservatezza e trasparenza.

La sede centrale dell'ISTAT è a Roma. Una rete di uffici regionali rappresenta l'Istituto su tutto il territorio nazionale. In ogni regione e provincia autonoma è presente una struttura che opera a stretto contatto con gli enti locali. Nel 2006 l'ISTAT occupava 2073 dipendenti, di cui 543 fra ricercatori e tecnologi.

L'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), nato il 1° gennaio 2006 dalla fusione dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale "Galileo Ferraris" (IEN) e dell'Istituto di Metrologia "Gustavo Colonnetti" del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IMGC), è un ente pubblico nazionale con il compito di svolgere e promuovere attività di ricerca scientifica nei campi della metrologia. L'INRIM svolge le funzioni di istituto metrologico primario (già di competenza IMGC e IEN), costituendo pertanto il presidio di gran parte della metrologia scientifica in Italia (resta escluso il campo delle radiazioni ionizzanti).

Compie ricerche, ampiamente riconosciute a livello internazionale, nel campo della scienza delle misure e dei materiali e sulle tecnologie innovative. In particolare l'INRIM effettua studi e ricerche finalizzati alla realizzazione dei campioni primari delle unità di base e derivate del Sistema Internazionale (SI), mantiene nel tempo, confronta a livello internazionale e mette a disposizione i campioni realizzati. Numerosi sono gli ambiti di ricerca di base ed applicata, le costanti fisiche fondamentali, i materiali, la metrologia per la chimica, le nanotecnologie, la realizzazione di nuovi dispositivi e strumentazione innovativa per la misurazione, studi sull'informazione quantistica e la visione artificiale. L'INRIM inoltre realizza, promuove e coordina attività di ricerca in collaborazione con università ed altri soggetti pubblici e privati, anche nell'ambito di programmi europei, oltre a svolgere attività di formazione e consulenza.

Nel 2006 il personale dipendente dell'INRIM ammontava a 229 unità di cui 99 fra ricercatori e tecnologi.

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) è il principale Ente di Ricerca italiano per l'Astronomia e l'Astrofisica. Raccoglie l'eredità culturale, e anche storica, degli Osservatori Astronomici ed Istituti già del CNR che vi afferiscono: si compone di 12 Osservatori Astronomici e 7 Istituti. L'attività di ricerca delle Strutture INAF si svolge su tre fronti: partecipazione a progetti scientifici di interesse nazionale (in

genere multisede), partecipazione a progetti tecnologici e strumentali nazionali (anch'essi in genere multisede), ricerca scientifica e tecnologica locale e programmi locali di R&S.

I progetti di ricerca scientifica e tecnologica vengono elaborati nell'ambito delle macroaree tematiche: Galassie e cosmologia, Stelle, popolazioni stellari e mezzo interstellare, Sole e Sistema solare, Astrofisica relativistica e particellare, Tecnologie avanzate e strumentazione. Altra attività dell'INAF è il trasferimento tecnologico alle industrie esistenti e alle nuove imprese in crescita nei settori capaci di assorbire gli esiti della ricerca. A tale scopo l'INAF si avvale dell'Uit, una struttura interamente dedicata all'innovazione e al trasferimento tecnologico, per perseguire questi obiettivi con la massima efficacia. Nel 2007 l'INAF contava 1036 dipendenti di cui 517 ricercatori e tecnologi.

Il *Centro Italiano Ricerche Aerospaziali* (CIRA) è una società consortile per azioni nata nel 1984, oggi a maggioranza pubblica: lo Stato, attraverso l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), detiene, infatti, dal 1998, la maggioranza del capitale sociale, al quale partecipano anche la Regione Campania e le principali Aziende aerospaziali italiane. Lo Stato ha affidato al CIRA il compito di definire e realizzare il Programma Nazionale di Ricerche Aerospaziali (PRORA), elaborato in coerenza con il Piano Nazionale di Ricerca (PNR), con il Piano Spaziale Nazionale (PSN), e con le esigenze espresse dal mondo dell'Industria e della Ricerca, tenendo conto delle prospettive dei settori aeronautico e spaziale nel contesto internazionale.

Il CIRA svolge attività di ricerca, sperimentazione, produzione e scambio di informazioni, nonché la formazione del personale nei settori aeronautico e spaziale, da realizzarsi anche attraverso la partecipazione a programmi di ricerca europei ed internazionali. Realizza e gestisce opere ed impianti funzionali a tali attività. Il Cira dispone di tre differenti tipi di laboratori: Laboratori di Terra, Laboratori di Volo, Laboratori Teorico Numerici. Nel CIRA lavoravano nel 2006 343 dipendenti, di cui 202 ricercatori.

L'*Istituto Italiano di Tecnologia* (IIT) di Genova è stato istituito nel 2004 come fondazione dal Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca e dal Ministero dell'economia e delle finanze per promuovere l'eccellenza nella ricerca fondamentale e applicata. Lo scopo dell'IIT è promuovere lo sviluppo tecnologico del paese e l'alta formazione tecnologica, in coerenza con gli indirizzi della politica scientifica e tecnologica nazionale, favorendo così lo sviluppo del sistema produttivo nazionale, anche attraverso la collaborazione fra gruppi di ricerca operanti in università, centri di ricerca, imprese. L'attività di ricerca si svolge nei dipartimenti, che si concentrano su: Robotica, scienze cognitive e del cervello, Neuroscienze e neurotecnologie, Ricerca e sviluppo farmaci, Facility di nanobiotecnologie.

L'IIT viene finanziato attraverso lo Stato ma anche da donatori pubblici e privati: il budget iniziale stanziato dal governo ammonta a 50 milioni di euro per il 2004 e 100 milioni di euro per ciascun anno dal 2005 al 2014. Tra il 2004 e il 2006 l'istituto ha ricevuto contributi per un totale di 181 milioni di euro.

Le *Stazioni sperimentali per l'industria* sono organizzazioni nate per supportare la competitività delle imprese, colmare le lacune esistenti nel sistema e connettere fra di loro i diversi attori. Le attività delle stazioni includono analisi e controlli di laboratorio, attività di ricerca e sviluppo, certificazione, consulenza e formazione svolte in stretta collaborazione con l'industria, soprattutto quello delle PMI. Le stazioni sperimentali inoltre promuovono la disseminazione delle conoscenze tecnico-scientifiche e sono coinvolte anche in attività di tipo tecnico-legale. Le prime stazioni sperimentali furono fondate circa 100 anni fa (la prima fu istituita a Napoli da un regio decreto del 1885). Ad oggi esistono in Italia 8 stazioni sperimentali per l'industria, ciascuna finalizzata ad uno specifico settore produttivo: Combustibili, Oli e Grassi, Vetro, Seta, Conserve alimentari, Essenze e dei derivati agrumari, Pelli e delle Materie concianti, Carta, cartoni e paste per carta.

I *Distretti tecnologici* sono stati avviati per iniziativa MIUR nel biennio 2002-2003, con l'intento di creare dei poli di eccellenza per la ricerca e l'innovazione, rinforzare il trasferimento tecnologico e valorizzare i risultati della ricerca condotta dalle PMI. Nel periodo 2003-2005 la loro vocazione è slittata verso un ruolo più di supporto all'innovazione nelle imprese che di valorizzazione dei risultati. Dei 24 distretti tecnologici promossi dal MIUR soltanto sette sono attivi: il distretto Wireless in Piemonte, Nanotecnologie in Veneto, Meccatronica in Emilia-Romagna, Aerospazio nel Lazio, Biomedicina molecolare in Friuli Venezia Giulia, Materiali polimerici e compositi in Campania, Sistemi intelligenti integrati in Liguria. I rimanenti sono ancora in fase di sviluppo. Alcuni dei distretti tecnologici hanno dato vita all'Associazione dei

Distretti tecnologici italiani, per incrementare le connessioni e le capacità di lavorare in rete con lo scopo di accelerare l'innovazione tecnologica nel sistema produttivo italiano.

Nella prima metà degli anni '80 sono stati istituiti, attraverso i finanziamenti del Ministero della Ricerca, i primi due *Parchi Scientifici e Tecnologici*: Area Science Park a Trieste e Tecnopolis a Bari. Lo scopo di questo tipo di struttura è quello di sostenere lo sviluppo locale attraverso la creazione e lo sviluppo di impresa. Essi svolgono attività di R&S, incubatori d'impresa, intermediazione tecnologica e supporto all'innovazione, operando come mediatori fra le PMI e il patrimonio di conoscenza dei Poli di eccellenza tecnologica e scientifica, dalle Università e dai Centri di Ricerca, mettendo a sistema le funzioni dei tanti soggetti che interagiscono nel campo dell'innovazione e del trasferimento tecnologico.

3.3 L'industria

Nel 2005 le imprese censite dall'ISTAT hanno speso 7.272 milioni di euro per attività di ricerca e sviluppo (Tabella 7). Dal punto di vista strutturale vi è una forte concentrazione della R&S nelle imprese di grandi dimensioni, quelle cioè con almeno 500 addetti, che rappresentano circa tre quarti del totale della spesa – va peraltro osservato che tale quota è diminuita nel corso degli anni, passando dal 78,3% del 1997 al 73,8% del 2005. Le piccole imprese, quelle con meno di 50 addetti, contribuiscono alla spesa per ricerca del settore per una quota modesta, ma in aumento - dal 2,5% del 1997 al 6,0% del 2005.

Le attività di R&S delle imprese sono largamente concentrate a livello di settore (Tabella 7). I settori a più alta intensità di ricerca e sviluppo sono le apparecchiature radio-tv e per telecomunicazioni (13,3%), gli autoveicoli e gli altri mezzi di trasporto (12,4 e 12,6%), le macchine e gli apparecchi meccanici (11,7%), i prodotti chimico-farmaceutici (10,5%). Nel complesso il comparto manifatturiero contribuisce per il 77,2% mentre la quasi totalità del resto è concentrata nel settore dei servizi (22,6%), in particolare quelli dei centri di ricerca e sviluppo privati (11,4%).

Tabella 7 - La spesa delle imprese italiane che svolgono R&S per settore di attività economica. Anno 2005

Settori di attività economica	Spesa per R&S	
	Milioni di Euro	%
Attività manifatturiere	5.612	77,2
di cui:		
Chimica e farmaceutica	764	10,5
Gomma e plastica	177	2,4
Macchine ed apparecchi meccanici	849	11,7
Macchine per ufficio	56	0,8
Macchine ed apparecchi elettrici	173	2,4
Apparecchi radio, tv e telecomunicazioni	966	13,3
Apparecchi di precisione, strumenti ottici	377	5,2
Autoveicoli	914	12,6
Altri mezzi di trasporto	901	12,4
Intermediazione monetaria e finanziaria	216	3,0
Attività immobiliari, informatica, ricerca, altre attività	1.424	19,6
di cui:		
Informatica e attività connesse	367	5,1
Ricerca e sviluppo	829	11,4
Altre attività professionali ed imprenditoriali	223	3,1
Altre attività	20	0,3
Totale	7.272	100,0

Fonte: ISTAT

Il numero di imprese italiane ad alta tecnologia è storicamente modesto, poco propenso a investimenti in ricerca di base e con pochi progetti innovativi sulla frontiera tecnologica. Il sistema innovativo delle imprese italiane ha conosciuto una stagione di rapido sviluppo tecnologico negli anni cinquanta e sessanta, da parte sia di imprese private che di imprese a partecipazione statale, spesso in collaborazione con il sistema di ricerca pubblico. In tale periodo si è assistito agli avanzamenti nell'elettronica promossi dalla Olivetti, nella farmaceutica dalla Lepetit, nell'energia nucleare dal Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (Cnel) e dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Infn), nei laser e nell'elettronica dal Centro Informazioni Studi ed Esperienze (Cise-Enel) e dal Politecnico di Milano, nella chimica da parte del Gruppo Montedison, presso l'Istituto Donegani. Negli anni successivi questa attività non è stata svolta in modo continuativo e non ha ricevuto dalle imprese la priorità che meritava, anche perché in questo periodo le imprese italiane hanno puntato sulla minimizzazione dei costi e su innovazioni di processo, piuttosto che di prodotto. Il risveglio innovativo degli anni ottanta ha portato soltanto alla transitoria esperienza di Olivetti nel campo dei *personal computer* e all'affermarsi di ST Microelectronics come l'unica realtà di alta tecnologia tra le grandi imprese italiane (in un inserto pubblicitario dell'azienda del 2004 si legge che essa svolge l'8% dell'intera spesa del settore privato italiano, con 3.100 addetti alla R&S; negli ultimi cinque anni ha conseguito 2.300 brevetti internazionali). Nel corso degli anni '90 è proseguito il processo di disimpegno dell'industria italiana dai settori ad alta tecnologia che, insieme alla crisi dei settori chimico, farmaceutico, aerospaziale e alla privatizzazione delle imprese appartenenti al sistema delle partecipazioni statali, ha coinciso con il passaggio del controllo di molte imprese italiane ad alta tecnologia a imprese straniere con un conseguente ridimensionamento delle strutture di ricerca e dunque dello sforzo di R&S del paese.

Tutti gli osservatori e gli operatori concordano dunque nel sostenere che l'investimento delle imprese italiane nella ricerca sia decisamente insufficiente. Riassumendo una vasta letteratura sull'argomento, le motivazioni del basso livello aggregato di spesa per R&S si ricollegano principalmente a tre fattori: la specializzazione settoriale, la dimensione d'impresa e l'articolazione territoriale dell'industria italiana. Vi sono infine alcuni osservatori che sostengono che la ricerca industriale sia sottostimata dalle statistiche ufficiali.

CAPITOLO 3

LE RISORSE UMANE PER LA SCIENZA E LA TECNOLOGIA¹

di Giorgio Sirilli

1. Le risorse umane

Nella società basata sulla conoscenza, in cui le nuove idee e le abilità professionali rappresentano l'elemento fondamentale dell'innovazione e dello sviluppo economico e sociale, le risorse umane costituiscono l'elemento centrale. La quantità e la qualità del "capitale umano" di un paese è strettamente legata non solo al suo livello civile e culturale, ma anche alla sua crescita economica.

In un rapporto pubblicato nel 2004 dal titolo *Europe in the Creative Age*, Richard Florida e Irene Tinagli sottolineano come l'elemento fondamentale della competizione globale non sia più il commercio internazionale di beni e servizi e nemmeno il flusso di capitali, ma la competizione per le persone. Gli autori sostengono che i paesi leader del futuro non saranno i giganti emergenti come la Cina e l'India, che stanno diventando centri globali di produzione manifatturiera a basso costo, ma i paesi e le regioni in grado di mettere a frutto le capacità creative della propria popolazione e di attrarre talenti da tutto il mondo. Florida e Tinagli nel rapporto calcolano un "indice di creatività" basato su tre famiglie di indicatori relativi alla tecnologia, al talento ed alla tolleranza e concludono che, nell'area europea, i paesi leader sono la Svezia, la Finlandia, la Danimarca e l'Olanda, che la Germania, la Francia ed il Regno Unito stanno perdendo terreno e che l'Italia è il fanalino di coda insieme a Grecia, Portogallo, Spagna e Austria.

Parlare di risorse umane per la scienza e la tecnologia significa riferirsi ad un insieme di figure professionali che si occupano della generazione, dell'avanzamento, della diffusione e dell'applicazione delle conoscenze scientifiche e tecnologiche e che sono in possesso di un titolo di studio superiore, o che comunque hanno acquisito competenze analoghe attraverso l'esperienza o la formazione sul lavoro. Esempi di tali figure sono gli insegnanti nei vari gradi di istruzione, i medici e gli infermieri, i veterinari e i farmacisti, gli ingegneri, gli architetti ed i geometri, gli avvocati, i commercialisti, gli economisti, i sociologi, i dirigenti ed i tecnici delle imprese e delle pubbliche amministrazioni, i ricercatori. Lo stock di capitale umano dei 27 paesi europei così definito (relativo alle persone in età compresa tra 25 e 64 anni) era costituito, nel 2006, da 34,4 milioni di persone (Tabella 1). Nella Germania ve ne erano 6,4 milioni, nel Regno Unito 4,7, in Francia 4,6, in Spagna 3,5, in Italia 2,6. Questi numeri, se rapportati alla popolazione, indicano che, in media, in Europa, 12,9 cittadini su 100 svolgono attività legate alla scienza ed alla tecnologia. Sebbene i dati non siano facilmente comparabili tra paesi anche a causa delle significative diversità dei sistemi educativi e quindi della definizione di laureati e diplomati, la situazione italiana emerge come particolarmente deficitaria: la quota della popolazione composta da specialisti e professionisti (8,1%) è la più bassa dei paesi europei ed all'incirca pari alla metà di quella dei paesi di grandi dimensioni come la Germania, la Francia ed il Regno Unito. Per non parlare dei paesi scandinavi, che si trovano a livelli del 20%. I dati

¹ Parte del testo proviene dal libro di Giorgio Sirilli *Ricerca e Sviluppo*, Il Mulino, Bologna, 2005.

della Tabella 1 sono dunque eloquenti: l'Italia è un paese povero di persone qualificate nei settori della scienza e della tecnologia; i professionisti e gli specialisti che generano, diffondono e utilizzano le conoscenze sono troppo pochi sia in termini assoluti che in relazione ai paesi con cui normalmente ci confrontiamo e con cui competiamo.

Tabella 1 - Le risorse umane per la scienza e la tecnologia - 2006

Paesi	Unità (migliaia)	in percentuale della popolazione	in percentuale della popolazione attiva
Austria	443	9,8	12,7
Belgio	919	16,2	22,0
Danimarca	676	22,8	27,6
Finlandia	550	19,3	24,0
Francia	4.567	14,4	18,7
Germania	6.416	14,4	17,7
Grecia	754	12,7	17,1
Irlanda	324	14,3	18,7
Italia	2.633	8,1	11,8
Lussemburgo	45	17,8	23,9
Olanda	1.640	18,2	23,1
Portogallo	524	9,0	11,1
Regno Unito	4.704	15,0	19,0
Spagna	3.519	14,0	18,6
Svezia	1.005	20,9	24,5
Europa 27	34.455	12,9	17,0

Fonte: Eurostat (CLFS)

2. I ricercatori

Concentrando l'attenzione su coloro che svolgono o dirigono la ricerca, gli Stati Uniti risultano avere la maggiore dotazione del mondo, con 1.388.000 ricercatori (espressi in equivalente tempo pieno); seguono l'Europa, con 1.300.000, ed il Giappone, con 710.000 (Tabella 2). All'infuori della Triade emerge con forza la Cina, con 1.224.000 ricercatori. All'interno dell'Europa tre paesi, Germania, Regno Unito e Francia impiegano oltre il 50% del totale dell'area, mentre l'Italia, con circa 82.000 unità, contribuisce per il 6,3% (Tabella 2). All'inizio del nuovo secolo, dal 2001 al 2005, il numero dei ricercatori è aumentato in quasi tutti i paesi, sebbene con tassi differenziati. Gli Usa hanno fatto registrare un incremento medio annuo dell'1,5% e l'Europa del 3,3%; il Giappone ha fatto registrare un modesto incremento dell'1,0% e l'Italia ha un incremento del 5,0%.

Nella Tabella 2 viene riportato un indicatore di intensità: la quota di ricercatori sul totale delle forze di lavoro, e cioè delle persone che in un paese sono occupate o che cercano un'occupazione. Anche in questo caso si riscontra una supremazia americana e giapponese, con un quoziente tra numero di ricercatori e unità di forza lavoro rispettivamente del 9,3 per mille, del 10,7 per mille, rispetto a quello europeo, del 5,9 per mille. Quindi se in Giappone e negli Usa su ogni 100 persone attive c'è circa un ricercatore, in Europa ce n'è metà. Sebbene alcuni paesi europei, come la Finlandia e la Svezia, mostrino valori elevati dell'indicatore in ragione della loro particolare struttura produttiva caratterizzata da un'alta quota di industrie ad alta tecnologia, gli altri mostrano una scarsa presenza di ricercatori nell'economia e nelle istituzioni di ricerca pubbliche. La situazione europea appare più positiva in termini dinamici, se si osserva

che l'insieme dei 25 paesi ha accorciato le distanze con le altre due aree: nel quinquennio 2000-2005 l'incremento dell'indice (11,3%) è stato più elevato di quello americano (3,5%) e di quello giapponese (6,5%) (Tabella 2). L'espansione scientifica della Cina – sia quella continentale che Taipei – è impressionante, con incrementi dell'ordine del 50% in cinque anni. L'Italia è il paese con la più bassa concentrazione di ricercatori nel tessuto produttivo (3,4 per mille), ma con un tasso di incremento doppio della media europea.

Tabella 2 - I ricercatori in alcuni paesi dell'Ocse - 2006

Paesi	Numero di ricercatori (FTE)	Percentuale del paese sul totale EU25	Incremento medio annuo 2000-2005 (%)	Ricercatori per 1000 unità di forza lavoro	
				Numero	Variazione % 2000-2005
Svezia	55.729	4,3	4,2	11,9	15,8
Finlandia	40.411	3,1	1,9	15,1	7,8
Germania	282.063	21,7	1,3	6,8	2,0
Francia	204.484 (a)	15,7	3,8	7,42 (a)	14,7
Belgio	33.929	2,6	1,05	7,3	-2,5
Danimarca	28.653	2,2	9,5	9,9	45,2
Olanda	45.852	3,5	0,2	5,4	-2,9
Austria	30.452	2,3	6,6 (b)	7,4	20,2 (b)
Regno Unito	183.535	14,1	2,0	6,1	5,7
Irlanda	12.167	0,9	7,2	5,8	14,9
Italia	82.489 (a)	6,3	5,0	3,37 (a)	20,8
Spagna	115.798	8,9	8,9	5,4	21,0
Portogallo	21.126 (a)	1,6	5,2	3,81 (a)	19,4
Grecia	19.907	1,5	7,7	4,1	29,9
Europa 25	1.301.555	100,0	3,3	5,9	11,3
USA	1.387.882 (a)	-	1,5	9,27 (a)	3,5
Giappone	709.691	-	1,0	10,7	6,5
Cina	1.223.756	-	12,2	1,6	56,4
Cina Taipei	95.176	-	11,9	9,1	49,1
Russia	464.357	-	-1,6	6,3	-12,3

Fonte: OECD, Main Science and Technology Indicators, 2008

(a) dati riferiti al 2005 (per le variazioni negli ultimi 5 anni l'anno base è il 2000)

(b) per l'Austria sono disponibili i dati del 2002; la variazione è calcolata nel periodo 2001-2006

Passando all'esame della situazione italiana, nel 2005 erano impegnate nella R&S 175.000 unità di personale (in equivalente tempo pieno) (Tabella 3). Tale compagine era formata da 82.489 ricercatori, 71.954 tecnici e 20.804 ausiliari. Il personale di ricerca si concentrava nel settore pubblico (56,9%), principalmente nelle università (38,2%) e negli enti pubblici di ricerca (13,5%), mentre la restante parte era impegnata nei laboratori delle imprese (40,4%) ed in quelli delle istituzioni senza fine di lucro (2,8%). Dalla Tabella 3 si può notare che in media per ogni ricercatore vi sia un tecnico, rapporto che risulta più elevato nelle università, dove le scienze sociali e umane rappresentano una quota elevata del totale, mentre è più basso nel settore delle imprese, dove l'attività di sostegno del personale tecnico assume un rilievo particolare in un contesto in cui è prevalente l'attività di sviluppo sperimentale in settori a carattere applicativo.

Tabella 3 - Personale di ricerca in Italia. Anno 2005

(unità espresse in equivalente tempo pieno)					
Settori istituzionali	Ricercatori	Tecnici	Ausiliari	Totale	
				numero	%
Amministrazioni pubbliche	14.454	10.990	7.240	32.684	18,7
Enti di ricerca	10.711	8.268	4.758	23.737	13,5
Altre istituzioni pubbliche	3.743	2.722	2.482	8.947	5,1
Istituzioni non profit	3.023	804	1.036	4.863	2,8
Università	37.073	(a)29902	..	66.976	38,2
Imprese	27.939	30.258	12.528	70.725	40,4
Totale	82.489	71.954	20.804	175.247	100,0

Fonte: ISTAT

(a) Il dato rappresenta la somma del numero di tecnici e di ausiliari.

3. Il ricercatore: una figura in cerca d'identità

Sebbene i ricercatori svolgano un ruolo centrale nella società della conoscenza, la loro figura professionale stenta a trovare un'adeguata visibilità. Nel lessico quotidiano si parla di scienziati, di ingegneri, di professori, di dottori, ma nel nostro paese è alquanto raro che qualcuno, alla domanda "che lavoro fai?", risponda "faccio il ricercatore". Ciò vale anche nei paesi di cultura anglosassone: i termini comunemente usati per designare la professione della ricerca sono *scientist*, *engineer*, di rado *researcher*.

La figura del ricercatore è finora misconosciuta nella 'Classificazione internazionale standard delle occupazioni', pubblicata dall'Ufficio internazionale del lavoro (Ilo), che comprende centinaia di professioni che vanno dai vetrai e incisori su vetro agli operatori di macchine rilegatrici di libri, dai lavoratori subacquei agli accompagnatori e valletti, dagli astrologi ai cartomanti, ma che non prevede la professione del ricercatore. Per individuare i ricercatori è necessario fare riferimento a categorie quali 'professionisti nelle scienze fisiche, matematiche e dell'ingegneria, nelle scienze della vita e della salute, nella formazione', 'altri professionisti quali manager, avvocati, archivisti, bibliotecari; professionisti nelle scienze sociali', 'manager della R&S', categorie che prevedono la ricerca come una tra le attività svolte.

Un passo avanti è stato compiuto con la versione del 2002 del Manuale di Frascati, in cui il ricercatore è definito come "professionista impegnato nella concezione o nella creazione di nuove conoscenze, prodotti, processi, metodi e sistemi nonché nella gestione dei relativi progetti". E' peraltro da notare che tale definizione rappresenta un'evoluzione della precedente, in cui si faceva semplicemente riferimento alle figure dello *scientist* e dell'*engineer*.

Nel nostro paese la figura del ricercatore è prevista negli enti pubblici e nelle università, ma non nei contratti collettivi di lavoro del settore privato. Un importante passo avanti è stato fatto dalla Provincia autonoma di Trento che, nel 2005, nel quadro del ri-disegno del proprio sistema provinciale di ricerca, ha trasformato i propri enti funzionali, incardinati precedentemente a vario titolo nell'Amministrazione provinciale, in Fondazioni, ovvero istituzioni private non profit. In tale ambito ha fatto confluire tutto il personale proveniente da diverse situazioni contrattuali offrendo loro un'opzione per passare ad un contratto unico di ricerca. Tale contratto, definito ad hoc con il concorso di esperti del mondo del lavoro, contiene alcuni istituti peculiari relativamente alla progressione in carriera, agli incentivi e al riconoscimento della professionalità, oltre che alla mobilità tra le istituzioni e Fondazioni, ed è in linea con quanto indicato in sede europea. Di conseguenza può essere considerato, *de facto*, il primo contratto per i ricercatori del settore privato.

4. La Carta europea e la mobilità dei ricercatori

L'Unione Europea, prendendo atto della scarsa attenzione rivolta nel passato alla figura del ricercatore, e dell'importanza di tale figura nella società della conoscenza, ha da alcuni anni sviluppato e messo in atto specifiche strategie politiche di lungo periodo.

Il termine ricercatore può assumere varie accezioni: quella socio-professionale, che si riferisce al tipo di lavoro svolto, quella giuridica, che riflette lo status del lavoratore definito e regolamentato a livello nazionale (ad esempio in Italia il termine ricercatore coincide anche con lo status giuridico all'interno delle università e degli enti pubblici di ricerca) e l'accezione che il termine assume nelle politiche e iniziative europee; in tale contesto si pone l'accento sul ruolo che la figura riveste nell'avanzamento delle conoscenze nel contesto dell'economia europea - quindi senza distinzione fra settore pubblico o privato, anzi cercando di annullare i confini settoriali, a beneficio di una maggiore integrazione fra ricerca pubblica e industria. E' evidente che l'accento sul contributo effettivo del ricercatore in termini di innovazione e avanzamento delle conoscenze, l'enfasi posta sulla mobilità intraeuropea (in una logica di mercato unico delle competenze e delle professioni) e il repentino sfumare dei confini anche settoriali, implica parallelamente uno scardinamento delle logiche di reclutamento e delle attuali condizioni di lavoro, riviste e aggiornate alla luce di una prospettiva comune, che vede simultaneamente annullati confini geografici e giuridici. E' questo il senso delle due iniziative comunitarie, specificamente indirizzate ai ricercatori, di maggior rilievo e impatto degli ultimi anni, ovvero la "Carta europea dei ricercatori e il Codice di condotta per le assunzioni dei ricercatori" (Raccomandazione della Commissione dell'11 Marzo 2005, C (2005) 576 final) e la recentissima Comunicazione "Migliori carriere e maggiore mobilità: una partnership europea per i ricercatori" (COM(2008) 317 final).

La prima si configura infatti come un documento di riferimento che declina diritti e doveri dei ricercatori che operano nell'Unione Europea e i principi cui devono uniformarsi i loro datori di lavoro, siano essi pubblici o privati, e investe temi quali il reclutamento aperto ed internazionale, l'attrattività delle carriere e le condizioni di occupazione e di formazione. Si tratta di documenti che non hanno un valore cogente ma vengono sottoscritti volontariamente dagli Stati membri e dalle singole istituzioni. Tuttavia, avendo una forte investitura politica, la loro sottoscrizione implica l'adozione di una serie di misure coerenti a livello di governi centrali che la Commissione verifica a cadenze regolari per misurarne il progresso verso l'obiettivo finale (in questo caso specifico: un mercato del lavoro unico per i ricercatori a livello di Unione Europea). Va infatti ricordato che, allo stato attuale, le politiche nazionali possono solo "convergere" verso la condivisione e realizzazione di obiettivi europei in fatto di ricerca e istruzione, restando ancora profondamente nazionali le decisioni e le risorse strategiche per lo sviluppo di questi due settori.

La seconda iniziativa intende agire sul versante della promozione della professione e della mobilità, con l'obiettivo di armonizzare e canalizzare gli sforzi dei singoli Stati membri, chiamati ad adottare provvedimenti coordinati inerenti a quattro pilastri fondamentali:

- apertura sistematica a livello europeo del reclutamento dei ricercatori da parte degli istituti di ricerca;
- adozione di strumenti per rispondere alle esigenze di sicurezza sociale e pensionistiche complementari dei ricercatori in mobilità;
- miglioramento dell'attrattività delle condizioni occupazionali e lavorative (migliori condizioni contrattuali, retribuzioni e opportunità per lo sviluppo della carriera);
- rafforzamento delle competenze necessarie ai ricercatori per tradurre le conoscenze in risultati, in particolare rafforzando i legami tra le università e l'industria.

Si tratta quindi di un complesso cammino di convergenza che, attraverso livelli diversi di consultazione e decisione, e seppur con inevitabili resistenze e lentezze, si sta attuando per la prima volta in 27 paesi membri contemporaneamente, svolgendo in alcuni casi una funzione "strutturante" in quelli tradizionalmente deboli sul piano della programmazione.

5. La dimensione sociale del ricercatore

Come si diventa ricercatore? Per diventare ricercatore di norma è necessario aver acquisito un titolo di studio di tipo universitario, titolo che consente di entrare come apprendista nei laboratori di ricerca, spesso con borse di studio od altre forme di impiego 'precario'. Fino a qualche anno fa la laurea era di fatto il *passpartout* per iniziare una carriera nei laboratori di ricerca, ma da circa due decenni anche in Italia è stato introdotto, con grande ritardo rispetto agli altri paesi industrializzati, il dottorato di ricerca, un corso teorico-pratico di durata triennale che ha lo scopo di fornire ai giovani conoscenze a livello approfondito e, soprattutto, di consentire loro di imparare a fare ricerca. Anche l'esperienza *on-the-job* è sufficiente per qualificare un professionista come ricercatore, anche se non ha un titolo universitario: nell'industria non è infrequente trovare ricercatori che sono in possesso non della laurea ma di un diploma di scuola superiore.

I sociologi hanno sviluppato un intenso dibattito sui sistemi valoriali dei ricercatori, in particolare degli *scientists*. Robert Merton ha identificato quattro regole fondamentali, di fatto imperativi morali e norme tecniche di funzionamento dell'attività scientifica e quindi della comunità che la pratica, che vengono illustrate di seguito con l'intento di fornire un interessante e stimolante quadro di riferimento teorico. Ovviamente gli sviluppi della professione del ricercatore e le condizioni di contesto fanno sì che si riscontrino scarti, anche sensibili, tra la realtà quotidiana e le quattro regole mertoniane.

La prima regola prevede che le verità della scienza debbano essere definite sulla base di criteri 'obiettivi'. Ciò comporta che nella loro valutazione si debba prescindere dagli aspetti personali dello scienziato che le enuncia, cioè dalle sue credenze, dalle sue opzioni ideologiche, dalla sua appartenenza a gruppi sociali o politici. Questo principio fa della scienza una professione 'aperta', in quanto esclude che nella critica delle posizioni scientifiche possano entrare valutazioni extrascientifiche, estranee cioè alla metodologia ed al modo di procedere propri della scienza, marcando quindi l'impersonalità e l'oggettività dell'indagine scientifica.

La seconda regola richiama l'esistenza di un comune patrimonio tra gli scienziati e della loro dipendenza da esso, cioè da un accumulo di teorie, esperienze, sperimentazioni. Isacco Newton disse, molto modestamente: "Se sono riuscito a guardare oltre, è perché ero seduto sulle spalle di Giganti", per indicare la cumulatività della conoscenza. In virtù di questo principio le scoperte debbono diventare patrimonio comune della comunità scientifica e di conseguenza i diritti di privativa su di esse vanno limitati. Ciò investe il delicato problema dell'appropriazione dei risultati scientifici, per esempio mediante la loro brevettazione; come norma essi vanno 'socializzati' e pubblicati.

La terza rivendica ai membri della comunità scientifica, ai colleghi dello scienziato, i 'pari', il diritto-dovere di valutare le idee ed i risultati della scienza. Questi formano, proprio in quanto unici dotati della necessaria competenza, il 'tribunale' più adatto a questo scopo. Tale principio si applica, per esempio, alla selezione dei progetti da finanziare ed agli articoli da pubblicare sulle riviste scientifiche.

La quarta regola consiste nell'obbligo di sospendere il giudizio finché i fatti 'non parlano da soli', cioè finché le affermazioni e le ipotesi non sono suffragate dalla verifica empirica. Anche questo requisito, come d'altra parte i tre precedenti, tende ad escludere valutazioni di tipo extrascientifico, a salvaguardare l'autonomia della scienza e ad enfatizzarne la sua componente critica ed empirica.

In buona sostanza i valori della scienza possono essere sinteticamente ricondotti a quelli della libertà della ricerca, dell'imparzialità scientifica, dell'esigenza di disporre di sufficienti elementi di prova, dell'esclusione di pregiudizi o di valutazioni personali, dell'imperativo della pubblicizzazione dei risultati.

Va da sé che un conto è l'identificazione di un sistema di valori largamente condiviso, un altro l'adesione, più o meno convinta, da parte dei singoli individui. La storia della scienza è costellata di esempi di comportamenti devianti dalla norma e l'evoluzione dei tempi ha portato alla necessità di significativi adattamenti al nuovo contesto. Tuttavia, si può affermare che, nel corso degli anni, i

pilastri dell'edificio non sono mutati significativamente e chi entra nella professione dello scienziato deve tenerli ben presenti, pena l'espulsione o la marginalizzazione dalla comunità scientifica.

Va osservato come i valori della scienza siano radicalmente diversi, ed in parte contrapposti, a quelli del mercato che prevedono l'appropriazione dei risultati, la prevalenza dell'aspetto egoistico su quello della condivisione, la verifica della "bontà" dei risultati da parte del mercato e non dei "pari". Oggi, con la crescente commercializzazione dei risultati della R&S e con la progressiva attenzione dei governi alla loro utilità economica, la contrapposizione tra i due sistemi di valori diventa sempre più stridente e manifestazioni quali la brevettazione degli organismi viventi e del software, e l'appropriazione di quote progressive della musica, della cultura, della salute destano particolare preoccupazione.

6. *Scientist o engineer?*

La figura del ricercatore può essere considerata come la risultante di due tipologie professionali che nella terminologia anglosassone vengono definite, in base al tipo di lavoro svolto in prevalenza, *scientists* ed *engineers*.

La tabella seguente, elaborata da H. J. Peake in un articolo del 1969, fornisce una sintesi, nemmeno troppo caricaturale, delle differenze tra le due figure in relazione alla professione, ai valori, al lavoro svolto.

La maggior parte degli scientists:	La maggior parte degli engineers:
è impegnata nella ricerca di base o applicata	è impegnata nello sviluppo, nella progettazione o nelle applicazioni
persegue la promozione delle conoscenze	appla conoscenze scientifiche
ha un titolo di studio nel campo delle scienze esatte e naturali	ha un titolo di studio di tipo tecnico
rispetta l'autorità dei 'colleghi'	riconosce l'autorità del responsabile dell'organizzazione
desidera avere la libertà di scegliere i propri progetti	desidera incarichi di progetti stimolanti
apprezza un contesto con una reputazione di alto livello scientifico	apprezza l'organizzazione di alto livello tecnologico
insiste per avere la libertà di pubblicare i risultati del proprio lavoro	non è portata per preparare discorsi e pubblicazioni
è orientata verso la carriera scientifica: è disponibile per un numero limitato di tipi di lavoro, compiti, incarichi	è orientata verso l'impresa: è disponibile per svariati tipi di lavoro, compiti, incarichi
è capace di lavorare con profitto in presenza di ambiguità e incertezza	prova antipatia per situazioni ambigue ed incerte
è interessata ai concetti, ai significati, alle astrazioni	è interessata ai processi, ai risultati, alle realizzazioni
è incline alla leadership carismatica del capo come pratica dei gruppi di lavoro	è incline all'egualitarismo come pratica dei gruppi di lavoro
aborrisce i ritmi di lavoro, crede che le scadenze debbano essere determinate in relazione allo svolgimento del lavoro, desidera autonomia	si aspetta di lavorare in presenza di ritmi di lavoro, scadenze, di risorse limitate

Si può notare come, nello schema precedente, lo scienziato sia fortemente caratterizzato da valori mertoniani tipici dell'ambiente universitario, mentre l'*engineer* mantiene sostanzialmente i caratteri del ricercatore industriale.

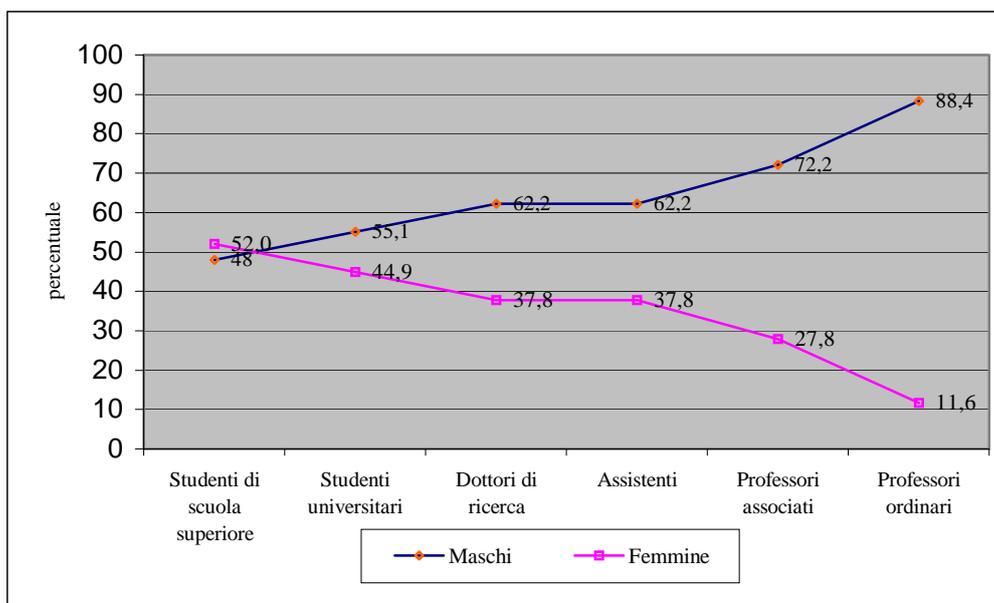
Nella fase attuale le due figure sono più sfumate. La comprensione di fenomeni complessi – il web, il traffico, l'energia, l'ambiente – richiede un coacervo delle due figure, e sta cambiando la ricerca e i ricercatori.

7. La partecipazione femminile alle attività scientifiche

La partecipazione femminile alle attività scientifiche è minoritaria: nei paesi della Triade (Stati Uniti, Europa, Giappone) le donne rappresentano circa un terzo dei ricercatori. Inoltre, quelle che sono inserite nella carriera scientifica 'contano' di meno degli uomini: sebbene la presenza femminile sia aumentata nei decenni trascorsi, è ancora difficile trovare donne in posizioni di elevata responsabilità (in alcuni settori, quali per esempio la medicina, dove la presenza femminile è aumentata con progressione geometrica, è prevedibile che nel futuro la stessa demografia imporrà un deciso cambiamento di tendenza). Le opportunità di carriera del settore scientifico sono legate ad un elevato numero di complessi fattori legati sia all'organizzazione, al *modus operandi* ed alla struttura della comunità scientifica, sia alla società nel suo complesso (il ruolo dell'uomo e della donna all'interno ed all'esterno della famiglia, lo status delle donne riguardo all'educazione ed al mercato del lavoro, le politiche per le pari opportunità).

La Figura 1 fornisce un eloquente quadro delle differenze tra uomini e donne nel mondo dell'istruzione e dell'università. Il diagramma a 'forbice' mostra, per il complesso dei paesi europei, le quote di maschi e di femmine nelle varie fasi del percorso formativo e della carriera universitaria: studenti della scuola superiore, studenti universitari, dottori di ricerca, assistenti, professori associati, professori ordinari. Partendo allo stesso livello, con una leggera prevalenza femminile (52,0%), la proporzione dei maschi cresce al 62,2% per i dottori di ricerca ed all'88,4% per i professori ordinari. Se dunque la componente femminile ha progressivamente acquisito posizioni, il cammino verso una più equa presenza nelle posizioni di responsabilità è ancora lungo, e richiederà, come tutti i fenomeni demografici, tempi non brevi.

Figura 1 - Grafico 'a forbice' della carriera universitaria. Percentuale di maschi e di femmine. Media dei paesi europei (1998-1999)



La presenza femminile è più elevata nel settore pubblico (enti di ricerca ed università) e più ridotta nelle imprese. Guardando alla situazione in alcuni paesi europei, la quota di ricercatrici nel settore pubblico oscilla tra il 30% ed il 50%, mentre quella nel settore delle imprese tra il 15% ed il 28%. Se si esamina in particolare la situazione negli enti pubblici di ricerca si rileva che, in media, nel 1999 nei 15 paesi europei, su 100 ricercatori 31 erano donne, con il Portogallo in testa (55%) seguito da Italia, Finlandia, Spagna e Grecia (38%). Le percentuali più basse si riscontrano in Germania e Regno Unito (22%) ed, in particolare, in Giappone (11%). La situazione dell'università è analoga a quella degli enti pubblici. Anche in questo caso il valore medio per i 15 paesi europei della percentuale femminile è del 31%, con punte in Irlanda, Portogallo, Grecia e Finlandia (tra il 42% ed il 46%) e valori sotto la media per Belgio, Italia, Danimarca, Austria e Germania (tra il 26% ed il 29%). Le quote degli Usa e del Giappone sono rispettivamente del 23% e del 19%. Nel complesso si può osservare che la componente femminile è più numerosa nei paesi in cui le attività scientifiche sono meno sviluppate ed in cui le istituzioni di ricerca e universitarie sono relativamente recenti. Nei paesi in cui il sistema scientifico è più esteso e di antica data, le donne hanno da poco iniziato ad entrarvi massicciamente, trovandosi di fronte un mercato del lavoro spesso dominato dagli uomini. Va inoltre rimarcato che la percentuale di donne che svolgono l'attività di ricercatore negli Usa ed in Giappone non soltanto è più bassa della media dell'Europa, ma anche di quella di tutti i suoi paesi componenti.

La percentuale di donne sul totale dei ricercatori europei, il 31%, va messa a confronto con un'altra percentuale: quella relativa alla quota di donne occupate sul totale della forza lavoro. Questa quota, del 44%, rimarca uno scarto di 13 punti percentuali, ad indicare che l'apporto femminile è molto più presente in professioni, quale l'insegnante di scuola inferiore e superiore, l'impiegato, l'operaio, che non quella del ricercatore.

L'attività di ricerca viene svolta in vari campi scientifici. Sotto questo profilo vi è una forte similarità tra paesi: le donne sono più concentrate nelle scienze mediche, nelle scienze sociali ed umane, mentre rappresentano una decisa minoranza nelle discipline ingegneristiche.

8. La mobilità dei ricercatori

Una delle caratteristiche della professione del ricercatore è quella della mobilità. I migliori ricercatori si sono sempre spostati da un luogo all'altro, a partire dai monaci medievali che detenevano conoscenze scientifiche e di ogni tipo, e che si trasferivano da un monastero all'altro attraverso l'intero mondo allora conosciuto. E molti di questi luoghi monastici di sapienza e di insegnamento si sono successivamente trasformati nelle migliori università dei tempi moderni.

La mobilità dei ricercatori ha effetti positivi sulla creazione e sulla diffusione delle conoscenze. Un periodo di tempo, anche se non particolarmente lungo, speso all'estero dal ricercatore contribuisce alla sua formazione ed all'arricchimento del suo gruppo di ricerca, ovviamente nell'assunzione che ritorni nella sua sede di lavoro. Oltre alla mobilità geografica tra paesi e regioni, vi è anche la mobilità tra settori, per esempio dall'università all'industria o viceversa, e tra occupazioni, per esempio dall'attività di ricerca a quella commerciale in un'impresa. Anche queste forme di mobilità, laddove assumano dimensioni fisiologiche, sono fonte di arricchimento del tessuto cognitivo dei singoli sistemi: per esempio un ricercatore di un ente di ricerca o dell'industria che passa all'insegnamento universitario rappresenta un importante arricchimento di competenze alla funzione didattica dell'accademia, come pure un professore universitario che si trasferisce in un'impresa può dare un decisivo apporto di tipo teorico su cui basare i processi innovativi.

Vari studi condotti sia nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo hanno permesso di valutare l'impatto economico della migrazione delle persone con elevati livelli di competenze sia nei paesi di partenza che in quelli di arrivo. In generale le analisi mostrano che vi sono vari effetti positivi nei paesi di immigrazione, in particolare lo stimolo alla capacità innovativa, un aumento dello stock di capitale umano e la diffusione internazionale delle conoscenze.

Per i paesi di emigrazione la perdita di capitale umano può essere almeno parzialmente compensata dal ritorno degli emigranti e dallo sviluppo di reti che facilitano la circolazione delle idee e dei lavoratori di alto livello dal paese ospitante a quello di origine. Inoltre, l'emigrazione porta il beneficio delle rimesse finanziarie dall'estero. Infine, alcuni paesi offrono così poche opportunità ai lavoratori ad alta specializzazione che l'emigrazione può non essere percepita come un fattore limitante dello sviluppo industriale, almeno nel breve periodo. Il quadro è, ovviamente, del tutto differente quando l'emigrazione compromette l'erogazione di servizi essenziali, quali per esempio l'educazione e la salute. Molti dei benefici per i paesi di emigrazione possono essere conseguiti nel lungo periodo, ma richiedono che essi investano nelle infrastrutture tecnologiche e di ricerca e nella creazione di opportunità per l'insegnamento, la ricerca, l'imprenditorialità.

La mobilità geografica non sempre si svolge in maniera armoniosa con un flusso regolare ed equilibrato tra i paesi, ma può dar luogo a migrazioni che in alcuni casi si traducono in veri e propri esodi di scienziati e di ingegneri. In tal caso si è in presenza di un fenomeno che è stato battezzato "fuga dei cervelli", o *brain drain*, e che viene definito dall'Enciclopedia Britannica come "l'abbandono di un paese a favore di un altro da parte di professionisti o persone con un alto livello di istruzione, generalmente a seguito di un'offerta di condizioni migliori di remunerazione o di vita". La "fuga dei cervelli" si è manifestata in maniera eclatante nel secondo dopoguerra dall'Europa verso gli Stati Uniti e, successivamente, dai paesi in via di sviluppo (e più recentemente da quelli dell'Est) verso quelli industrializzati. A fronte del *brain drain* vi è il *brain gain*, il "guadagno dei cervelli", da parte del paese che trae vantaggio dalla migrazione intellettuale.

Gli studi sulla mobilità intellettuale hanno identificato, oltre al *brain drain*, altri aspetti della carriera e della mobilità dei tecnici di alto livello. Il *brain waste*, e cioè lo "spreco dei cervelli", consiste nell'impiego di personale ad alta qualificazione in lavori che non richiedono l'applicazione delle loro approfondite cognizioni ed abilità. Non di rado capita che il lavoro di laureati e super laureati sia giudicato dagli stessi come banale, per cui si chiedono se valeva veramente la pena di studiare così tanto per mettere in pratica una frazione minima delle competenze acquisite. Il *brain exchange*, lo "scambio dei cervelli", si manifesta allorché vi è un flusso equilibrato di risorse intellettuali tra paesi, con uno spostamento paritetico nei due sensi, anche se tale equilibrio può essere raggiunto come somma di squilibri tra settori e discipline scientifiche – per esempio un paese esporta più medici e ingegneri ed importa più biologi e matematici. Infine, la "circolazione dei cervelli", o *brain circulation*, consiste in un *cursus honorum* che inizia con lo spostamento all'estero per approfondire gli studi o per perfezionarsi, continua con la permanenza all'estero in qualità di lavoratore, per poi fare ritorno in patria, dove si mettono a frutto le esperienze di studio e di lavoro. In questo caso l'esperienza all'estero rappresenta una tappa intermedia nel percorso formativo e professionale, non l'approdo finale. Negli scorsi anni si è assistito ad un rilevante fenomeno di rientro dagli Stati Uniti di specialisti nel settore informatico in India ed in Cina, che non solo portavano indietro le competenze tecnico-scientifiche, ma anche i capitali accumulati negli anni trascorsi nel paese ospitante, che hanno consentito loro di dare vita a nuove imprese, particolarmente agguerrite nel mercato mondiale delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Gli imprenditori-innovatori che hanno lasciato la Silicon Valley americana per rientrare a Taiwan sono stati chiamati "i nuovi argonauti".

Vi è infine da tener presente che la facilità nei trasporti, nelle comunicazioni e la rivoluzione di internet mettono in una nuova luce il fenomeno stesso della "fuga dei cervelli". E' oggi diventato molto più facile che nel passato trascorrere periodi di ricerca e di studio all'estero, partecipare a convegni, intrattenere contatti per telefono e per via telematica, per

cui è possibile far circolare le idee una parte all'altra del pianeta senza la necessità di muoversi fisicamente, o con spostamenti minimi. Non a caso è aumentata sensibilmente la quota di pubblicazioni scientifiche con autori di paesi diversi per i quali la distanza geografica si è drasticamente ridotta o addirittura annullata.

Mentre molti lavoratori con elevate capacità professionali migrano dai paesi in via di sviluppo verso quelli sviluppati, si manifesta anche un importante flusso intra-regionale di "cervelli" in Europa, nelle Americhe ed in Asia. I dati disponibili mostrano che paesi come il Canada, la Francia, la Germania, la Svezia ed il Regno Unito sono importanti fonti di migrazione temporanea negli Stati Uniti da parte di dottori di ricerca che svolgono studi post-dottorato, di ricercatori, di tecnici di imprese, e meno di migrazione permanente, suggerendo che si è di fronte più a un fenomeno di "circolazione dei cervelli" che di "fuga dei cervelli". In alcuni paesi come il Canada, la Francia e la Germania, le informazioni disponibili indicano che il fenomeno è stato sovrastimato, specialmente per il fatto che il tasso di ritorno dei tecnici e dei ricercatori è alto, e che questi paesi sono anche approdo di stranieri con elevate professionalità. Per esempio, una recente indagine statistica indica che, dopo tre anni dal conseguimento del titolo, soltanto il 7% dei dottori di ricerca francesi si trovavano ancora all'estero (e molti di questi avevano in programma di tornare in patria nell'immediato futuro).

9. La remunerazione dei ricercatori

La Tabella 4 riporta i valori delle retribuzioni annue lorde dei ricercatori europei nel settore dell'università e degli enti di ricerca.

Tabella 4 - Retribuzioni annue lorde dei ricercatori europei nel settore dell'università e degli enti pubblici di ricerca (euro) - 2006

Paesi	Retribuzione annua lorda	Paesi	Retribuzione annua lorda	Paesi	Retribuzione annua lorda
Israele	75.000	Belgio	46.507	Ungheria	31.706
Paesi Bassi	65.923	Germania	45.893	Turchia	30.539
Lussemburgo	63.995	Norvegia	42.949	Portogallo	27.495
Svizzera	62.337	Irlanda	42.763	Lituania	26.564
Austria	62.069	Slovenia	41.501	Polonia	25.467
Cipro	56.579	Malta	40.965	Estonia	22.657
Svezia	51.893	Spagna	36.817	Croazia	21.087
Francia	50.881	Islanda	34.622	Slovacchia	18.514
Regno Unito	50.310	Italia	34.204	Lettonia	18.433
Danimarca	48.118	Finlandia	33.084	Romania	14.780
Repubblica Ceca	47.682	Grecia	32.045	Bulgaria	6.598

Nota. Le retribuzioni sono espresse in Euro e corrette con l'indice standard delle parità di potere d'acquisto.

Fonte: Commissione Europea "Study on the Remuneration of Researchers in the Public and Private Commercial sectors", http://ec.europa.eu/eracareers/pdf/final_report.pdf

L'Italia, con una retribuzione di 34.622 euro, si colloca al 12° posto tra i paesi dell'Europa a 15, al 16° posto tra i paesi dell'attuale Unione Europea a 25, e al 20° posto nell'Europa "allargata" (che comprende anche Israele, Cipro e Turchia). La retribuzione dei ricercatori italiani è di quasi 12.000 euro inferiore alla media EU15 (che è pari a euro 46.133), di 6.679 euro inferiore alla media EU25 (euro 40.883) e di quasi 5.500 euro inferiore alla media dell'Europa "allargata" (pari a euro 39.696). I colleghi francesi e inglesi guadagnano quasi 17.000 euro all'anno in più degli italiani (ossia circa il 50% in più) ed i colleghi tedeschi quasi 12.000 euro in più (+34%).

CAPITOLO 4

L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA¹

di Giorgio Sirilli

1. Introduzione e definizioni

La scienza e la tecnologia rappresentano due dei fattori chiave della 'società della conoscenza' che si è andata affermando a partire dalla Rivoluzione industriale del XVIII secolo e che ha conosciuto un'accelerazione nei ultimi decenni del XX secolo. Le nuove conoscenze trovano applicazione nell'innovazione tecnologica, la quale produce grandi vantaggi per l'umanità, ma – come sperimentato nel corso della storia – può dar luogo a effetti indesiderati, nocivi o addirittura distruttivi.

L'innovazione tecnologica può essere definita come l'attività deliberata delle imprese e delle istituzioni tesa ad introdurre nuovi prodotti e nuovi servizi, nonché nuovi metodi per produrli, distribuirli ed usarli. Condizione necessaria per l'innovazione è che essa venga accettata dagli utilizzatori, siano essi i clienti che acquistano il nuovo bene o servizio sul mercato, o i fruitori di un servizio pubblico.

L'innovazione può avere diversi gradi di novità. Le innovazioni 'incrementali' consistono nel perfezionamento di un prodotto, di un processo o di un servizio rispetto al modello esistente e mirano al miglioramento della qualità, delle prestazioni, dell'adattabilità dei prodotti, nonché alla riduzione dei costi di produzione o di vendita. Le innovazioni 'radicali' rappresentano un salto di qualità rispetto ai prodotti ed ai processi disponibili e, di norma, sono legate ai risultati di ricerche nei laboratori industriali o di quelli degli enti pubblici o delle università. Esempi sono il nylon, rispetto alle fibre tessili, il transistor, rispetto alle valvole termoioniche, le impronte digitali genetiche mediante l'esame del DNA, rispetto a quelle del dito impresse su un foglio di carta (dattiloscopia). Le innovazioni incrementali sono molto numerose, vengono introdotte gradualmente nel tempo e consentono di adattare l'innovazione radicale alle mutevoli ed impreviste necessità degli utenti, che spesso si trovano in contesti geografici, settoriali ed organizzativi diversi da quello per cui l'innovazione è stata concepita.

L'innovazione tecnologica non è un fatto meramente scientifico-tecnico, ma un processo sociale di natura dinamica. Essa si accompagna spesso ad altre forme di innovatività che possono riguardare le caratteristiche estetiche dei prodotti (legate alla moda, al *design*, al marchio, alla confezione, ecc.), le tecniche di gestione aziendale (*just-in-time*, procedure di qualità totale, ecc.), le strategie e gli strumenti di *marketing* (televendite, commercio elettronico, ecc.), le modalità di finanziamento dei nuovi prodotti (*venture capital*, ecc.), le strategie d'impresa (accordi produttivi e commerciali tra imprese).

Nel processo innovativo di tipo radicale vengono di norma identificate varie fasi, implicitamente intese in senso sequenziale. Esse sono: la scoperta scientifica, ossia l'acquisizione di conoscenze originali sui meccanismi che presiedono ai fenomeni naturali e sociali; l'invenzione, ossia una nuova idea, un nuovo sviluppo scientifico o una novità

¹ Il presente capitolo è una riproduzione della voce "Innovazione tecnologica" pubblicata nell'opera: Istituto della Enciclopedia Italiana, *Scienza e Tecnica*, volume V, pp. 311-322, 2008.

tecnologica non ancora realizzata tecnicamente o materialmente; l'innovazione, ossia l'attuazione dell'invenzione in un nuovo prodotto o processo produttivo ed il suo sfruttamento commerciale; la diffusione, ossia il processo di adozione su larga scala di una innovazione (per esempio un *personal computer* - PC - o una macchina utensile). Se da un punto di vista analitico queste fasi possono essere facilmente distinte, come pure possono esserne identificati gli attori principali (rispettivamente: lo scienziato, il ricercatore-progettista, l'imprenditore-innovatore, l'utilizzatore della tecnologia), dal punto di vista pratico il più delle volte esse sono indistinguibili: un esempio è quello delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione sviluppate negli anni novanta nella Silicon Valley degli Stati Uniti, in cui gli stessi attori erano impegnati con funzioni diverse nelle università e nelle aziende create per *ad hoc* per sfruttare le nuove idee.

Sebbene l'industria sia impegnata a generare e a diffondere le innovazioni nel mercato, la stragrande maggioranza degli avanzamenti scientifici e tecnologici viene finanziata con denaro pubblico. Nel caso degli Stati Uniti è stato il finanziamento federale che ha reso possibile non solo l'avvio dell'informatica, ma anche gli sviluppi recenti come l'intelligenza artificiale, la realtà virtuale, internet; il governo federale ha anche finanziato la mappatura del genoma umano, la ricerca sul nucleare, la ricerca sul riscaldamento globale del pianeta. Anche il World Wide Web è figlio della ricerca pubblica, in questo caso dei laboratori del CERN di Ginevra, il più importante laboratorio di fisica in Europa.

Secondo alcuni studiosi, l'innovazione tecnologica è alla base dei cicli lunghi dell'economia: il primo, quello della prima rivoluzione industriale (all'incirca dal 1770 al 1830), è stato legato alle innovazioni nel settore tessile in Inghilterra; il secondo (1840-1890) all'introduzione della ferrovia; il terzo (1890-1930) all'elettrificazione, all'industria chimica e al motore a combustione interna; il quarto (1930-1980) alla produzione fordista di massa; il quinto (iniziato all'incirca negli anni ottanta) alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Ciascun ciclo si è accompagnato ad una larga disponibilità, a prezzi bassi, di una materia prima chiave per la tecnologia dominante (il cotone nel primo ciclo, il carbone nel secondo, l'acciaio nel terzo, il petrolio nel quarto, il circuito elettronico chip nel quinto).

Il concetto di ciclo lungo dell'economia si collega a quello di paradigma tecnologico, che può essere definito come un insieme di principi che prescrivono le direzioni dello sviluppo tecnologico secondo logiche predefinite, e che forniscono un'euristica in grado di guidare l'immaginazione dei tecnici.

Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, che sono alla base del quinto ciclo lungo dell'economia, hanno avuto uno sviluppo quarantennale che può essere suddiviso in tre fasi. La prima è quella dell'hardware, cioè delle apparecchiature che segnano la diffusione dell'informatica; negli anni sessanta e settanta in California sono proliferate aziende per la produzione di memorie, i *chip*, per computer; dai microprocessori le aziende sono poi passate a produrre i computer. La seconda fase, iniziata negli anni ottanta, ha avuto come fulcro lo sviluppo del software, e cioè i programmi applicativi per il lavoro ed il divertimento (programmi di scrittura, di elaborazione dei dati, videogiochi, ecc.), e più complessi programmi operativi di sistema usati per collegare reti di computer. La terza fase può essere collocata nel periodo 1994-1995 e coincide con il lancio del primo browser commerciale (Netscape), cioè quel sistema di navigazione su Internet che consente di accedere ai contenuti informativi dei siti collegati nella rete. Internet può essere considerata figlia del progetto Arpanet dell'Agenzia per la ricerca del Dipartimento della difesa americano che, nel 1969, aveva l'obiettivo di sviluppare una rete nazionale di computer capaci di dialogare tra loro, e che negli anni settanta e ottanta collegava i computer delle università americane e di alcuni centri di ricerca. La svolta avvenne nei primi anni novanta con la messa a punto del World Wide Web, il sistema che consente di 'cliccare' su parole o immagini che appaiono sullo schermo del computer per seguire i percorsi di informazioni collegate.

Al termine degli anni novanta si è iniziato a parlare di 'nuova economia' per sottolineare le caratteristiche inedite dell'economia statunitense che aveva fatto registrare per tutto il decennio una continua crescita economica in presenza di bassi livelli di inflazione e di

disoccupazione. Tale crescita è stata spiegata da vari studiosi con l'affermarsi dell'innovazione tecnologica nel settore dell'informazione e della comunicazione, che ha permesso di creare nuovi prodotti e nuovi mercati, di raggiungere elevati livelli di produttività con conseguenti contenimenti dei costi, di generare nuovi posti di lavoro. Un secondo fattore caratteristico della 'nuova economia' è stato la continua crescita del valore dei titoli in borsa, accompagnata dall'innovazione nel campo della finanza che ha favorito la nascita e lo sviluppo di iniziative ad alto rischio, e che ha dato luogo ad una 'bolla speculativa' di borsa che si è sgonfiata nel 2001. Nel complesso si può affermare che il paradigma dell'informazione e della comunicazione rappresenta un fenomeno strutturale e non passeggero, e che è destinato a diffondersi ulteriormente nel terzo millennio dando luogo ad ulteriori aggiustamenti organizzativi ed istituzionali. Fenomeni quali quello delle speculazioni di borsa assumono carattere transitorio e di aggiustamento dell'economia, e si sono verificati anche in precedenti cicli lunghi dell'economia, ad esempio quello della diffusione delle ferrovie. In parallelo alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono in fase di rapido sviluppo due altri grandi paradigmi: quello delle biotecnologie - le quali però non hanno ancora permeato di sé i sistemi sociali ed economici, anche se tutti i segnali indicano che esse potrebbero rappresentare il motore dell'innovazione tecnologica del terzo millennio - ed il paradigma delle nanotecnologie e dei nanosistemi, che presenta tutte le caratteristiche delle 'tecnologie abilitanti', e cioè la possibilità di avere sviluppi applicativi in una molteplicità di settori.

2. Le conoscenze e l'innovazione tecnologica

Sul finire del XX secolo la crescente importanza della scienza, della tecnologia e dell'innovazione ha condotto ad utilizzare varie espressioni per caratterizzare le società e le economie più sviluppate, ad esempio 'società dell'informazione', 'economia della conoscenza', 'economia dell'apprendimento'. Tali espressioni mettono al centro dei processi sociali ed economici la capacità di produrre, gestire, distribuire ed utilizzare le conoscenze, non soltanto e non necessariamente di tipo scientifico e tecnologico, ma ad esse comunque connesse. In tale contesto diviene centrale il processo dell'apprendimento. Per comprendere il ruolo di tale processo è stata proposta una distinzione tra i diversi tipi di conoscenza: sapere cosa (*know-what*), cioè avere la conoscenza dei fatti rilevanti, conoscenza che può essere suddivisa in unità dette 'bit-informazione'; sapere il perché delle cose (*know-why*), cioè la conoscenza scientifica di principi e leggi di movimento della natura, della mente umana e della società (questo tipo di conoscenza è estremamente importante per lo sviluppo tecnologico in alcuni settori, come per esempio nell'industria chimica, in quella elettronica, nelle biotecnologie); sapere fare (*know-how*), cioè avere le competenze pratiche per fare qualcosa; sapere chi fa cosa (*know-who*), cioè essere informati su chi è in grado di risolvere specifici problemi, il che comporta la formazione di relazioni sociali con gli esperti coinvolti che permette di accedere alle loro conoscenze e utilizzarle in maniera efficiente.

I primi due tipi di conoscenza si possono ottenere con la lettura di libri, assistendo a lezioni o con l'accesso a banche dati, e sono pertanto indicate come 'conoscenze codificate': infatti sono quelle disponibili nei manuali, nelle formule e sono espresse in un linguaggio comune e universalmente condiviso; esse rappresentano l'informazione. Le altre due categorie poggiano soprattutto sull'esperienza pratica e sull'apprendistato, e quindi sulla trasmissione delle conoscenze dal maestro all'apprendista; queste sono in genere definite 'conoscenze tacite', in quanto di norma non sono documentate o rese esplicite da chi le usa e le controlla (per mancanza di incentivi a codificarle o perché tacite per loro natura). L'aspetto fondamentale dell'apprendimento individuale e organizzativo è la trasformazione

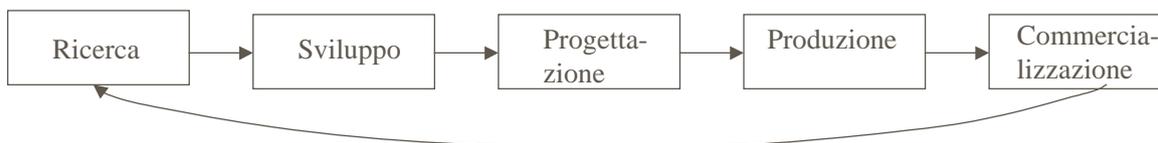
della conoscenza da tacita a codificata, in un continuo processo di accumulazione del sapere.

L'attività a cui si fa più frequentemente riferimento come generatrice di nuove conoscenze, e quindi di nuove tecnologie è la 'ricerca e sviluppo' (R&S), definita come quel complesso di lavori creativi intrapresi in modo sistematico sia per accrescere l'insieme delle conoscenze (ivi comprese le conoscenze dell'uomo, della cultura e della società) sia per utilizzare tali conoscenze per nuove applicazioni. La R&S viene a sua volta suddivisa in tre attività: la 'ricerca di base', lavoro sperimentale o teorico intrapreso principalmente per acquisire nuove conoscenze sui fondamenti dei fenomeni e dei fatti suscettibili di osservazione, non finalizzato ad una specifica applicazione o utilizzazione; la 'ricerca applicata', lavoro originale intrapreso principalmente per acquisire conoscenze e finalizzato anche e principalmente ad una pratica e specifica applicazione o utilizzazione, lo 'sviluppo sperimentale', lavoro sistematico, basato sulle conoscenze esistenti, acquisite attraverso la ricerca e l'esperienza pratica, condotto al fine di completare, sviluppare o migliorare materiali, prodotti e processi produttivi, sistemi e servizi.

3. I modelli dell'innovazione

L'analisi dei processi innovativi fa riferimento principalmente a due modelli, il modello lineare e quello a catena. Il modello lineare assume che l'innovazione proceda in modo sequenziale attraverso le fasi della ricerca di base, applicata, dello sviluppo, della messa a punto del processo di fabbricazione, della produzione e della commercializzazione; la R&S rappresenta una condizione essenziale per attivare il processo innovativo (Figura 1). La visione lineare è alla base delle scelte di istituzioni e di organizzazioni che mirano ad aprire nuovi sentieri del sapere ed a dare ai problemi risposte decisamente originali. Essa è stata adottata, dopo la seconda guerra mondiale, da molti governi nella convinzione che, per raggiungere più elevati livelli di benessere sociale, fosse necessario dotarsi di una potente e diffusa infrastruttura di ricerca nelle università e negli enti pubblici di ricerca, come pure dalle imprese, che hanno istituito al proprio interno laboratori di ricerca di dimensioni e qualità comparabili con quelli del settore pubblico. Nel campo economico il modello lineare ben rappresenta l'organizzazione dei processi innovativi delle imprese che operano in settori ad elevata tecnologia (farmaceutica, aerospazio, tecnologie dell'informazione e della comunicazione, biotecnologie, nanotecnologie, ecc.) in cui il legame tra scoperta scientifica e applicazione è molto stretto, ed in cui in non pochi casi sono gli stessi scienziati ad impegnarsi nella progettazione e nella produzione dei nuovi artefatti.

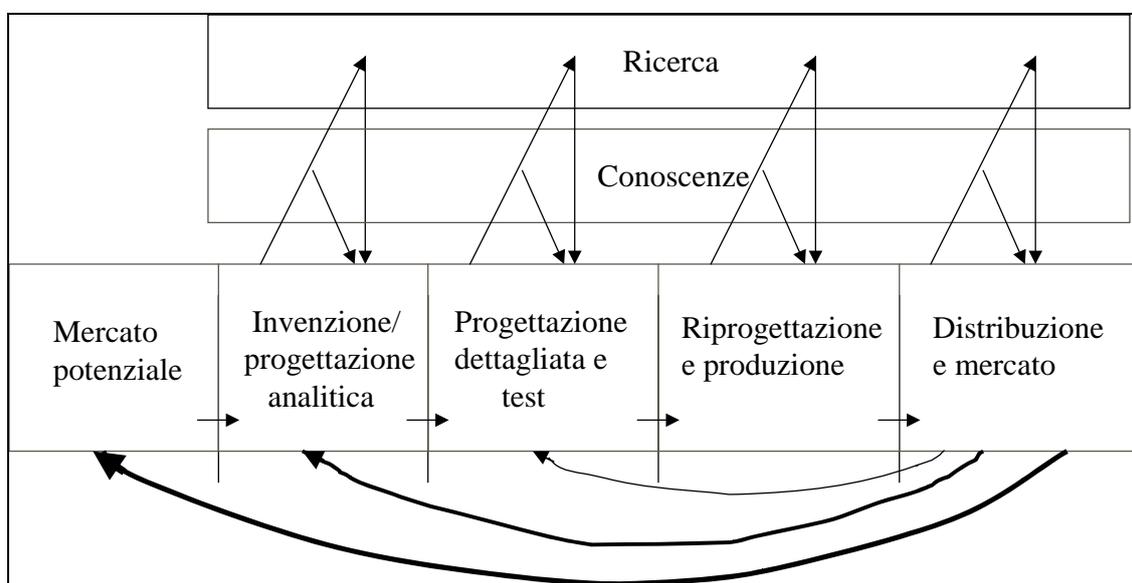
Figura 1 - Il modello lineare dell'innovazione: un modello "tecnocratico" il cui la ricerca e sviluppo svolge un ruolo centrale



Il modello 'a catena' assume che vi sia una sequenza 'centrale' che ricalca il modello lineare (riquadro in basso della Figura 2). Tuttavia se ne differenzia per il ruolo che la percezione del mercato potenziale ha nella fase iniziale del processo innovativo: una volta individuato il mercato potenziale, inizia il processo innovativo, centrato sulla progettazione, e sull'analisi di nuove combinazioni di conoscenze e di componenti disponibili; l'innovazione

non rappresenta quindi una novità in termini assoluti, ma un'originale ricombinazione dell'esistente. Nel caso in cui non si disponga delle conoscenze necessarie, si cercano all'esterno dell'organizzazione (brevetti, pubblicazioni scientifiche, consulenti, centri di ricerca, ecc.) (riquadro centrale). Soltanto nei casi in cui l'innovazione richiede una base tecnico-scientifica radicalmente nuova viene attivata la R&S (riquadro in alto). Nel modello 'a catena' si può avere dunque innovazione senza ricerca – questo è quanto avviene molto spesso nelle imprese, che innovano modificando, ricombinando, adattando, trasferendo conoscenze disponibili al proprio interno o nel più ampio panorama del sistema scientifico e tecnico nazionale e internazionale. Per esempio, tra le imprese dei paesi europei che hanno introdotto innovazioni nel periodo 2002-2004, in media il 52% ha dichiarato di svolgere al proprio interno attività di ReS, per la metà dei casi in maniera continuativa e per l'altra occasionalmente, in relazione a particolari progetti innovativi. Il 22% ha commissionato tale attività al proprio esterno.

Figura 2 – Il modello a catena dell'innovazione: un modello in cui l'attenzione è posta sulle esigenze del mercato e sulla progettazione, ed in cui la ricerca non rappresenta un requisito necessario per l'innovazione



4. *Innovazione e crescita economica*

La letteratura economica è concorde nell'affermare che la ricerca e l'innovazione sono uno dei principali motori dello sviluppo economico. La capacità di un sistema economico di sfruttare le nuove tecnologie e di adattarsi ad un ambiente tecnologico in rapida trasformazione viene considerata essenziale per assicurare ai cittadini prospettive di miglioramento dello standard di vita e di prosperità.

I canali attraverso i quali l'innovazione è legata alla crescita economica sono molteplici e non lineari. Un economista che ha influenzato significativamente il dibattito sul rapporto tra economia e tecnologia, Joseph Schumpeter, ha operato una distinzione tra crescita e sviluppo: con il primo termine si intende un processo graduale di espansione produttiva basato su beni e tecnologie preesistenti, mentre lo sviluppo economico prevede un processo di 'distruzione creatrice' che si manifesta con l'introduzione sul mercato di nuovi prodotti e

processi produttivi. Il problema della crescita economica viene affrontato in maniera differenziata a seconda che si analizzino i paesi più sviluppati o quelli in via di sviluppo. Nelle ultime decadi del XX secolo il divario in termini di crescita e di sviluppo tra i primi ed i secondi è andato complessivamente ampliandosi, con il fallimento dei paesi latinoamericani e con il peggioramento della situazione di quelli africani. Diverso è stato il caso delle "Tigri asiatiche" (Corea, Taiwan, Malesia, Singapore, Hong Kong) che hanno saputo adottare e sviluppare le nuove tecnologie ed hanno conosciuto tassi di crescita estremamente elevati, come pure della Cina e dell'India, che sono diventati temibili competitori dei paesi più sviluppati non soltanto per i bassi costi e la scarsa tutela del lavoro, ma anche in virtù di un accelerato progresso tecnologico (nel 2004 la Cina spendeva per R&S l'1,3% del Pil, percentuale superiore a quella italiana, dell'1,1%).

Un filone di analisi che si è andato affermando negli anni più recenti riguarda i sistemi nazionali di innovazione, intendendo con ciò la rete di istituzioni nei settori pubblico e privato le cui attività e interazioni generano, importano, modificano e diffondono nuove tecnologie e conoscenze. Il concetto di sistema nazionale di innovazione si collega alle teorie evolutive della crescita, che annettono particolare importanza ad alcuni fattori - come 'l'apprendimento attraverso il fare' (*learning by doing*), l'interazione tra vari soggetti, le innovazioni incrementali - che caratterizzano l'innovazione come un fenomeno creativo diffuso nell'intero tessuto produttivo in sinergia con quello scientifico, tecnologico, finanziario ed istituzionale. Dal confronto tra i sistemi dei paesi più sviluppati e quelli dei paesi in via di sviluppo emergono profonde differenze qualitative e quantitative tra i vari elementi costitutivi: la ReS, il tipo di coinvolgimento delle imprese nelle attività innovative, l'efficacia e l'estensione del sistema educativo, le modalità di interazione tra agenti economici e tra questi e le istituzioni pubbliche, le imprese multinazionali ed il loro ruolo nel sistema economico. Nel caso dei paesi in via di sviluppo la debolezza degli attori e la frammentarietà delle interazioni tra di essi mettono addirittura in discussione la stessa applicabilità del concetto di sistema nazionale di innovazione.

Un vasto numero di studi empirici a livello di singola impresa, di settore economico, di intera economia nazionale ha mostrato che l'attività di ricerca genera un impatto positivo sul valore aggiunto e sull'aumento della produttività. In alcuni paesi il tasso di ritorno dell'investimento in R&S a livello di singola impresa, che oscilla tra il 20% ed il 30%, è più che doppio di quello in macchinari e attrezzature. Il tasso di ritorno varia sensibilmente tra innovazioni di prodotto (20-30%) e di processo (58-76%). Ma il vantaggio per l'intera società è ancora più elevato, giacché la singola innovazione si diffonde in tutto il sistema sociale ed economico (si pensi ai profitti generati dal sistema Windows della società Microsoft ed al suo valore per l'intera economia mondiale).

Il dibattito teorico ed in sede di politiche pubbliche si è sviluppato non soltanto sulla necessità di interventi pubblici tesi a sostenere e ad promuovere l'innovazione tecnologica, ma anche a creare le condizioni di contesto economico più favorevoli alla diffusione delle nuove tecnologie. Alcuni studi hanno posto l'attenzione sui diversi gradi di rigidità e di flessibilità dei mercati del lavoro dei vari paesi che possono ostacolare o favorire l'introduzione dell'innovazione, con il modello statunitense, da un lato, caratterizzato da elevata flessibilità e disponibilità al cambiamento, da minori garanzie per i lavoratori e da un maggiore potenziale di esclusione sociale per coloro che sono espulsi dal mondo del lavoro e, dall'altro, quello di grandi paesi europei e del Giappone che, in un contesto di *welfare state*, conferisce maggiore stabilità d'impiego e protezione sociale ma ha maggiori caratteristiche di rigidità che possono non agevolare i mutamenti richiesti dal nuovo e più dinamico contesto economico-tecnologico. Altri autori ritengono tuttavia che sia riduttivo attribuire la scarsa crescita dei paesi europei e del Giappone, nell'ultimo decennio del XX secolo, alle rigidità del mercato del lavoro ed ai suoi supposti effetti di freno allo sviluppo ed all'adozione delle nuove tecnologie.

5. Struttura di mercato e innovazione

La relazione tra innovazione, struttura di mercato e dimensione d'impresa è stata esaminata con vari obiettivi: valutare se le nuove tecnologie conducono a strutture di mercato concentrate dominate da imprese innovatrici monopolistiche od oligopolistiche o se, invece, il monopolio derivante dall'innovazione di nuovi prodotti e processi sia temporaneo e dia poi luogo ad una struttura di mercato di tipo concorrenziale; verificare se una data struttura di mercato (monopolistica, oligopolistica, concorrenziale) favorisca o scoraggi lo sviluppo di nuove tecnologie; comprendere qual è il ruolo delle piccole e delle grandi imprese nello sviluppo dell'innovazione tecnologica. La letteratura ha posto in rilievo come l'innovazione tecnologica sia uno dei fattori più importanti delle strategie e delle prestazioni economiche delle imprese, in mercati che negli ultimi decenni si sono caratterizzati per una concorrenza sempre più accesa. Il dibattito si è sviluppato intorno a due contributi di Joseph Schumpeter (v. 1912, 1942). Il primo, maturato in un contesto economico tipico del periodo a cavallo tra il XIX ed il XX secolo, mette in risalto la possibilità della piccola impresa di introdurre innovazioni e, grazie ad esse, di conquistarsi spazi in mercati nascenti ed in forte espansione. Nel secondo lavoro, che prendeva atto delle trasformazioni del mondo industriale verso la concentrazione produttiva e finanziaria, lo studioso riteneva che i progressi tecnologici più significativi avessero luogo nelle grandi imprese grazie alla capacità di pianificazione strategica, alla struttura organizzativa ed ai mezzi finanziari disponibili. La superiorità della grande dimensione produttiva e delle strutture di mercato fortemente concentrate era vista soprattutto in relazione al processo di generazione e sfruttamento economico della scienza e della tecnologia.

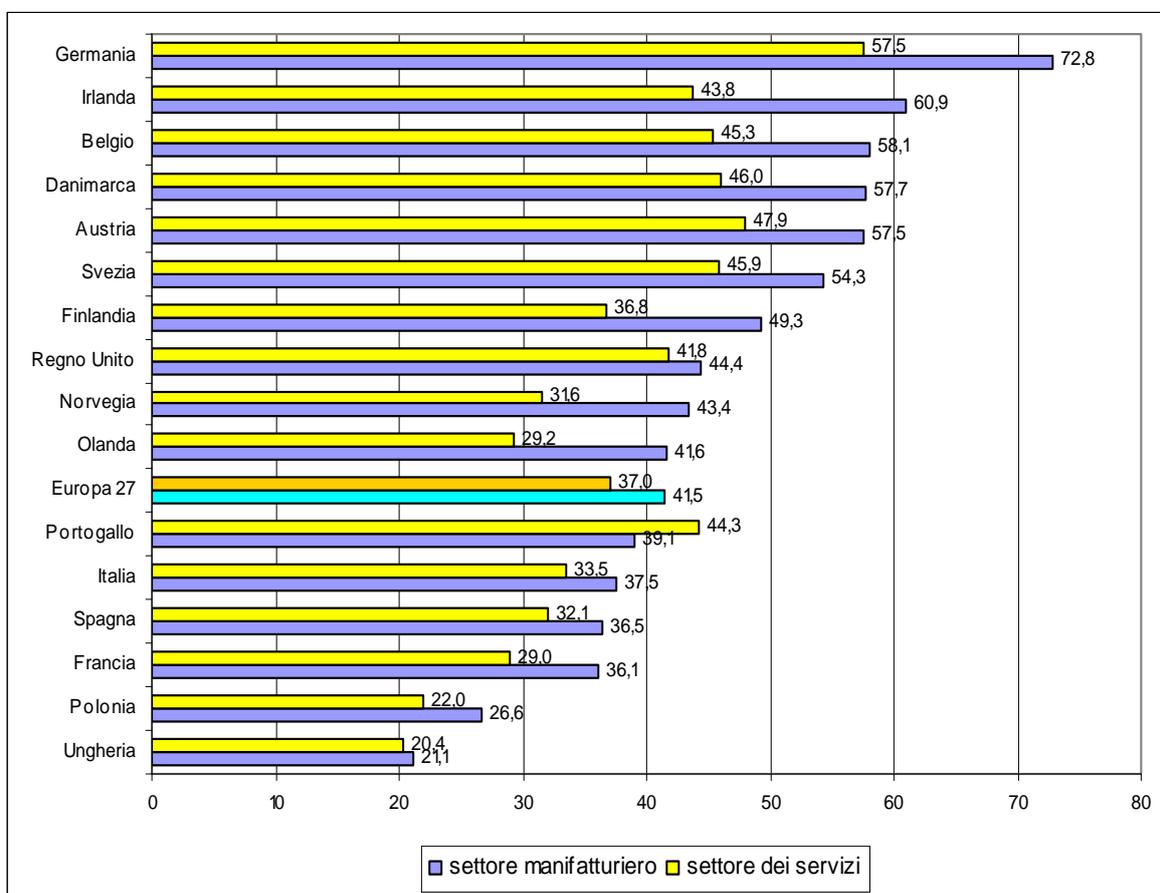
I risultati della riflessione teorica ed empirica hanno indicato come non si possano trarre conclusioni di carattere generale in grado, per esempio, di dimostrare che è la tecnologia a determinare la forma di mercato o, viceversa, che una specifica forma di mercato possa condizionare la nascita e lo sviluppo di nuove tecnologie; ugualmente non vi sono evidenze che mostrino come le grandi imprese siano necessariamente più innovative delle piccole. Da tali studi emerge tuttavia che, laddove l'analisi venga condotta in contesti specifici e ad un adeguato livello di dettaglio, le relazioni tra le varie dimensioni appaiono più nitide ed è possibile trarre indicazioni per politiche pubbliche di sostegno all'innovazione tecnologica.

6. L'innovazione tecnologica nelle imprese

La misurazione dell'innovazione tecnologica nell'industria si è sviluppata in via sperimentale negli anni ottanta, ma soltanto negli anni novanta ha permesso di raccogliere dati statistici comparabili nei vari paesi.

Secondo i dati dell'indagine svolta nei vari paesi europei e coordinata dall'Eurostat, il 41,5% delle aziende manifatturiere europee ha introdotto o era impegnata nell'introduzione di innovazioni tecnologiche nel periodo 2002-2004, mentre la percentuale nel settore dei servizi destinati alla vendita era del 37,0% (Figura 3). La quota di imprese innovatrici varia considerevolmente tra i paesi europei. Nel settore manifatturiero Germania, Irlanda, Belgio, Danimarca e Austria fanno registrare percentuali tra il 58% ed il 73%, mentre Italia, Spagna e Francia si collocano appena al di sotto della media europea. Nel caso delle imprese del settore dei servizi la variabilità tra paesi è inferiore a quella del settore manifatturiero.

Figura 3 – Percentuale di imprese innovatrici nei paesi europei, per settore di attività (Anni 2002-2004)



Fonte: European Communities, Eurostat, 2007

L'intensità innovativa varia notevolmente tra settori. La Tabella 1 mostra che la quota di imprese innovatrici del settore manifatturiero oscilla, in Italia, tra un minimo del 32% degli alimentari, tessili, legno ad un massimo del 76,9% delle macchine per ufficio. Nel caso del settore dei servizi si passa dal 23,5% del commercio al dettaglio al 54,6% delle poste e telecomunicazioni.

Tabella 1 – Percentuale di imprese innovatrici in Italia per settore di attività
(Anni 2002-2004)

Settore	%
Manifatturiero	37,4
Alimentari e del tabacco	32,4
Tessili	32,1
Legno	32,3
Carta e cartone	37,9
Stampa, editoria	43,0
Chimica	51,7
Gomma e plastica	45,7
Prodotti in metallo	38,5
Macchine apparecchi meccanici	52,0
Macchine per ufficio	76,9
Macchine e apparecchi elettrici	47,1
Apparecchi radio TV e telecomunicazioni	57,9
Apparecchi di precisione, ottici, orologeria	57,4
Autoveicoli	51,6
Servizi	27,6
Commercio all'ingrosso	37,2
Commercio al dettaglio	23,5
Trasporti terrestri	24,5
Poste e telecomunicazioni	54,6
Intermediazione monetaria e finanziaria	47,4
Informatica ed attività connesse	42,7
Ricerca e sviluppo	47,4
Studi di architettura, ingegneria, analisi tecniche	38,6

Fonte: ISTAT, 2006

Un indicatore dell'impatto dell'innovazione elaborato sulla base dei dati dell'indagine europea è costituito dal rapporto tra il fatturato connesso ai nuovi prodotti e quello totale. Tale indicatore cattura soltanto una parte del fenomeno, in quanto non dà conto delle innovazioni di processo, legate o meno ai prodotti nuovi o a quelli esistenti.

Nel 2004 quasi un decimo (8,5%) del fatturato delle imprese europee proveniva da prodotti nuovi o significativamente migliorati rispetto a quelli già disponibili sul mercato, che erano stati introdotti nel triennio 2002-2004. Le percentuali non variano molto tra paesi e, tra i principali, l'Italia si colloca tra i primi con il 9,7%, preceduta da Finlandia (12,5%) e Svezia (11,1%). Il principale risultato dell'indagine è dunque che, sebbene le nuove conoscenze svolgano un ruolo decisivo nell'economia europea, nove decimi della produzione non vengono significativamente cambiati sotto il profilo tecnologico nell'arco di un triennio.

Il processo innovativo prevede che l'azienda effettui varie attività che comportano l'acquisizione e la gestione sia dell'investimento immateriale (conoscenze tecnologiche, organizzazione produttiva, risorse umane, esplorazione e creazione di nuovi mercati, ecc.) sia di beni fisici che incorporano le nuove tecnologie quali macchinari, impianti, apparecchiature, beni intermedi.

I dati dell'indagine sull'innovazione consentono di fare giustizia di un diffuso preconcetto secondo il quale l'innovazione si sostanzia con la ricerca e sviluppo: nel caso italiano la spesa per ReS effettuata dalle imprese nel 2004 rappresentava il 32% del totale nel settore manifatturiero ed il 20% nei servizi. Tali percentuali aumentano a 38% ed a 25% se si aggiunge quella commissionata all'esterno ad altre imprese, a università, a enti pubblici (Tabella 2). La

metà della spesa innovativa è in effetti impiegata per acquisire macchinari e apparecchiature che incorporano nuove tecnologie, mentre il resto dell'investimento è destinato all'acquisto di conoscenze sotto forma di brevetti, invenzioni non brevettate, licenze, know-how, progetti, servizi tecnici, alla formazione del personale, all'attività di esplorazione dei mercati e di definizione dei prodotti innovativi (*marketing*).

Tabella 2 - Ripartizione percentuale della spesa per l'innovazione delle imprese innovatrici italiane, per settore di attività (Anno 2004)

Tipologia di spesa	Settore manifatturiero	Settore dei servizi
ReS	38,4	24,8
Macchinari e apparecchiature	46,4	48,8
Altre tecnologie esterne	4,9	11,8
Progettazione	5,5	3,4
Formazione del personale	1,8	3,2
Marketing	3,0	8,0
Totale	100,0	100,0

Fonte: ISTAT, 2006

La struttura della spesa delle imprese italiane del settore dei servizi è analoga a quella del manifatturiero. La differenza più significativa è rappresentata dalla minore importanza della ReS (24,8%), compensata da una più elevata quota della spesa destinata alle tecnologie acquisite dall'esterno per software, servizi tecnici e consulenze, ed altre tecnologie esterne (11,8%).

L'investimento per l'innovazione delle imprese manifatturiere italiane è stato, nel 2004, di 9.400 euro per addetto. Tale investimento era fortemente concentrato nelle imprese con oltre 250 addetti che, pur rappresentando appena l'1,9% della popolazione di riferimento, contribuiva per circa il 50% della spesa totale. L'intensità innovativa varia fortemente anche tra settori: i maggiori livelli di spesa per addetto si riscontrano nella fabbricazione di macchine per ufficio (24.000 euro) e degli apparecchi radio-tv e telecomunicazioni (23.000 euro).

Nei servizi la spesa per l'innovazione nello stesso anno è stata pari a 5.200 euro per addetto; i settori a più alta concentrazione sono risultati la ricerca e sviluppo (75.000 euro), i servizi informatici (15.000 euro) e le assicurazioni (10.000 euro).

L'introduzione dell'innovazione avviene assumendo rischi e superando molte difficoltà. I principali ostacoli incontrati dalle imprese italiane, come d'altra parte da tutte quelle degli altri paesi, sono di natura economico-finanziaria: costi elevati e mancanza di adeguate fonti finanziarie interne ed esterne all'azienda. Fattori quali le difficoltà a trovare partner con cui cooperare per le attività di innovazione, la mancanza di informazioni sulle tecnologie rilevanti, l'insufficiente domanda di prodotti o servizi innovativi, la mancanza di informazioni sui mercati, non rappresentano ostacoli particolarmente difficili da superare.

Le imprese europee intervistate nell'indagine hanno fornito indicazioni, in termini di valutazione qualitativa, sugli effetti prodotti dalle loro innovazioni (Tabella 3). Nella media dei 27 paesi gli effetti più rilevanti attengono ai prodotti: il miglioramento della loro qualità (37,8%), l'estensione della gamma di prodotti offerti (34,2%), l'aumento della quota di mercato detenuta dall'impresa (29,4%). L'impatto sui processi assume una minore rilevanza, in particolare per quanto riguarda la riduzione del costo dei fattori produttivi tradizionali quali il lavoro, i materiali e l'energia. Infine, gli effetti percepiti sull'ambiente, sulla salute, sull'adeguamento a normative tecniche e standard sono citati da meno del 20% delle imprese. Nel complesso emerge tra le imprese europee una visione dell'innovazione fortemente legata alla competizione sul mercato e poco orientata da fattori di contesto sociale ed ambientale. Le imprese italiane puntano più sulla qualità che sull'aumento dei nuovi prodotti, appaiono più sensibili alla riduzione del costo del lavoro mediante tecnologie di processo, e sono allineate a quelle degli altri paesi per quanto riguarda l'impatto

sull'ambiente, la salute e l'adeguamento alle relative normative (seconda colonna della Tabella 3).

Tabella 3 - Gli effetti dell'innovazione sui prodotti, i processi e l'ambiente
(Anni 2002-2004)
(percentuale di imprese innovatrici)

Effetti dell'innovazione considerati molto importanti	Europa 27	Italia
<i>Effetti sui prodotti</i>		
Aumento nel numero di prodotti e servizi offerti alla clientela	34,2	25,4
Accesso a nuovi mercati o aumento della propria quota di mercato	29,4	15,1
Miglioramento della qualità dei propri prodotti e servizi	37,8	34,1
<i>Effetti sui processi</i>		
Maggiore flessibilità nella produzione o nella fornitura di servizi	24,7	18,7
Maggiore capacità di produzione o di fornitura di servizi	24,4	23,2
Riduzione del costo del lavoro per unità di prodotto	15,6	18,1
Riduzione dei costi di materiali ed energia per unità di prodotto	8,4	4,4
<i>Altri effetti</i>		
Riduzione dell'impatto ambientale o del rischio di incidenti sul lavoro	14,1	14,7
Adeguamento a normative e standard	18,4	19,4

Fonte: European Communities, Eurostat, 2007

L'innovazione tecnologica molto spesso va di pari passo con mutamenti nell'organizzazione e nelle pratiche commerciali. Nel settore manifatturiero italiano il 57% delle imprese innovatrici ha introdotto nel periodo 2002-2004 anche innovazioni non tecnologiche, sia in campo organizzativo (nuove tecniche manageriali, nuove modalità di organizzazione del lavoro, mutamenti nelle relazioni con altre imprese o istituzioni pubbliche) (50%) che commerciale (modifiche nelle caratteristiche estetiche dei prodotti, nuove tecniche di commercializzazione o distribuzione dei prodotti o servizi quali il commercio elettronico, il *franchising*, le licenze di distribuzione) (32%). La propensione delle imprese del settore dei servizi ad introdurre anche innovazioni organizzative o commerciali è ancora superiore: le percentuali sono rispettivamente del 63%, del 56% e del 30%.

7. La collaborazione nell'innovazione ed i cicli tecnologici

L'aumentata competizione, insieme alla globalizzazione dei mercati ed alle riforme istituzionali volte ad incentivare la concorrenza ed a ridurre le concentrazioni di mercato, hanno prodotto mutamenti rilevanti nella strategia innovativa delle imprese. Inoltre, la varietà di tecnologie necessarie per introdurre nuovi prodotti o processi si è ampliata per il continuo avvicinamento dell'innovazione alla frontiera scientifica e per l'aumento della complessità delle nuove tecnologie. Le imprese non riescono più a coprire tutte le discipline, come avveniva per aziende come l'IBM e l'ATT negli USA negli anni settanta.

La capacità di seguire lo sviluppo dei mercati e della concorrenza nello scenario mondiale è diventata pertanto una parte essenziale della strategia innovativa delle imprese. Queste, inoltre,

sono di fatto obbligate a cooperare tra loro al fine di ripartire i costi dell'introduzione sul mercato di nuovi prodotti e servizi e di ridurre l'incertezza, e dunque il rischio, dell'innovazione.

Le imprese collaborano con vari tipi di partner in progetti relativi ad attività di innovazione tecnologica. Nel panorama europeo la percentuale di imprese che hanno stipulato accordi di collaborazione nel periodo 2002-2004 varia tra un massimo di 42% della Finlandia ed un minimo di 13% dell'Italia, con una media per i 27 paesi del 25,5% (Tabella 4). In generale, le imprese cooperano con più di un partner, nella maggior parte dei casi due o tre. I partner più frequenti sono i fornitori ed i clienti. Un decimo delle imprese coopera con altre imprese dello stesso gruppo industriale, quindi nell'ambito della stessa strategia aziendale. Tra il 6% ed il 9% delle imprese innovatrici sviluppa progetti in cooperazione con università od enti pubblici di ricerca; questi dati, coerenti con quelli relativi alle fonti di informazioni usate dalle imprese per introdurre innovazioni, mostrano una particolare debolezza del legame tra il mondo della scienza e quello dell'industria. I dati della seconda colonna della Tabella 4 fanno emergere con tutta evidenza la posizione di fanalino di coda nel convoglio europeo del nostro paese, che non brilla per capacità delle imprese a collaborare con altre organizzazioni pubbliche o private nella messa a punto di prodotti e processi innovativi. Poiché le grandi imprese non possono più realizzare tutte le innovazioni 'in casa' attraverso i propri laboratori di ricerca, si sono progressivamente concentrate sulle loro competenze specifiche, adottando una strategia di cooperazione con altre imprese e con organismi pubblici di ricerca per acquisire tecnologie e conoscenze complementari, o acquistandole direttamente sul mercato.

Tabella 4 - Gli accordi di collaborazione delle imprese innovatrici europee
(Anni 2002-2004) (percentuale di imprese innovatrici)

Imprese con accordi e tipo di partner della collaborazione	Europa 27	Italia
<i>Imprese con accordi di collaborazione</i>	25,5	13,0
<i>Tipo di partner della collaborazione</i>		
Altre imprese dello stesso gruppo	9,5	3,0
Fornitori di attrezzature, materiali, componenti o software	16,5	7,3
Clienti	13,9	5,1
Imprese concorrenti o altre imprese operanti nello stesso settore	8,3	4,8
Consulenti, istituti di ricerca e laboratori privati	8,9	6,4
Università o altri istituti di istruzione superiore	8,8	4,7
Istituti di ricerca pubblici	5,7	1,5

Fonte: European Communities, Eurostat, 2007

Le imprese possono accedere alle conoscenze di cui hanno bisogno per innovare in diversi modi. Gli accordi di collaborazione vengono stretti per vari motivi: per ridurre i costi dell'innovazione, per sviluppare degli standard tecnologici (per esempio lo sviluppo dello standard GSM - *Global System for Mobile Telecommunications* - ha rappresentato un forte incentivo all'affermarsi della telefonia mobile in Europa ed alla posizione di leadership della Nokia e della Ericson), per mettere in comune le singole competenze dei partner, per razionalizzare l'impiego delle risorse evitando duplicazioni dei progetti di ricerca ed impiegando in maniera efficiente i pochi ricercatori di alto livello disponibili sul mercato del lavoro specializzato. Negli anni ottanta e novanta sono aumentate le alleanze strategiche tra imprese, molte delle quali riguardano la collaborazione nel campo della ReS e dell'innovazione. E' aumentato inoltre il commercio estero, in particolare di prodotti ad alta tecnologia, e l'investimento diretto estero, in non pochi casi finalizzato ad accedere a nuove conoscenze. Nello stesso periodo i legami tra scienza e tecnologia sono diventati più stretti: i brevetti depositati dalle imprese fanno sempre più spesso riferimento alle pubblicazioni scientifiche realizzate nei laboratori di ricerca pubblici, le cui attività sono finanziate in misura crescente delle imprese. I legami tra scienza e industria sono particolarmente importanti in aree quali la farmaceutica, la

chimica organica e degli alimenti, le biotecnologie ed i semiconduttori, mentre sono meno rilevanti in aree quali l'ingegneria civile, le macchine utensili, i trasporti. Soprattutto nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e nelle biotecnologie la distinzione tra scienza e tecnologia sta diventando sempre più tenue, così che le scoperte scientifiche possono condurre allo stesso tempo alla pubblicazione di articoli scientifici ed all'avvio di imprese nate per la loro commercializzazione. Si sono progressivamente espansi i servizi ad alta intensità di conoscenze resi alle imprese, quali i servizi di elaborazione dati, di progettazione, di ReS, di formazione del personale, che sono tra quelli a più alta crescita e che svolgono un ruolo importante per la diffusione e l'adozione delle tecnologie nel sistema innovativo dei paesi. Infine, a partire dall'ultimo ventennio del XX secolo è cresciuta la mobilità dei tecnici e dei ricercatori, in particolare quella tra paesi diversi.

L'aumento dell'importanza dell'innovazione tecnologica e delle pressioni competitive ha spinto le imprese ad orientare la ReS verso risultati più vicini alle esigenze di mercato ed a velocizzare lo sviluppo di nuovi prodotti. Indagini condotte negli Stati Uniti mostrano che la durata media di un progetto di ricerca nelle imprese è diminuita, tra il 1993 ed il 1998, da 18 a 10 mesi. Studi di caso su singole imprese in settori come l'aeronautico, l'automobilistico, dei computer e dei macchinari indicano analoghe riduzioni nei tempi di sviluppo dei nuovi prodotti, con una tendenza a privilegiare la ricerca applicata e a ridurre i cicli di vita dei prodotti. Ciò è particolarmente evidente del settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, in cui i cicli di vita dei prodotti e dei servizi si sono ridotti più drasticamente.

8. Il trasferimento tecnologico

La nozione di trasferimento tecnologico nasce da una visione del processo innovativo secondo cui, messa a punto una tecnologia, si passa alla fase di diffusione mediante una sostanziale replica in altri contesti. Nel secondo dopoguerra l'attenzione degli studiosi e degli operatori pubblici si è incentrata sul trasferimento delle tecnologie dai paesi più sviluppati a quelli in via di sviluppo, mentre a partire dagli anni ottanta si è posto con forza il problema del trasferimento delle conoscenze dai laboratori di ricerca, sia pubblici che privati, alle imprese nell'ambito dei paesi più avanzati.

La difficoltà del trasferimento sta principalmente nel fatto che le tecnologie sono di norma complesse e le conoscenze necessarie per produrre un nuovo prodotto o un nuovo servizio sono soltanto in parte codificate o incorporate nei macchinari, mentre un ruolo centrale è rivestito dalle conoscenze tacite, che risiedono nelle persone e nelle organizzazioni. In non pochi casi la convinzione che il macchinario, accompagnato dalle relative istruzioni, potesse permettere di acquisire una nuova tecnologia ha condotto a cocenti delusioni e ad investimenti fallimentari. Un esempio è costituito dall'acquisto, negli anni ottanta, delle prime generazioni di PC da parte di organizzazioni che non avevano curato a sufficienza la formazione del personale e la riorganizzazione dei processi di elaborazione delle informazioni e di quelli produttivi, con conseguente scarso impatto dell'investimento sulla produttività.

L'attore principale del trasferimento delle tecnologie è costituito dalle imprese multinazionali. In una prima fase la loro strategia consisteva prevalentemente nel produrre all'estero prodotti e servizi facendo perno sulle tecnologie sviluppate nei laboratori centrali della casa madre, eventualmente modificate sulla base dei risultati di attività di ricerca di adattamento svolte nei paesi di accoglienza: la loro strategia prevedeva principalmente investimenti all'estero in produzione e *marketing*, mentre la R&S era un'attività tra le meno internazionalizzate. Negli anni più recenti le reti di innovazione sono diventate più globali per effetto di una crescente concorrenza e dell'interesse per i mercati stranieri, nonché dell'evolversi delle tecniche di management e delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Mentre l'intensità di R&S delle filiali straniere rimane nella maggior parte dei casi minore di quella delle case madri, vi è un crescente interesse delle multinazionali nel localizzare strutture di ReS all'estero per

attingere alle fonti locali di conoscenza da sfruttare globalmente. Indagini recenti suggeriscono che le scelte di ubicazione sono determinate più dalla qualità e dalla disponibilità delle risorse umane qualificate che da costi inferiori - e ciò sembra essere vero sia nei paesi in via di sviluppo che i quelli sviluppati. Sebbene la maggior parte del fenomeno dell'internazionalizzazione della R&S si svolga ancora all'interno dell'area dei paesi più industrializzati dell'OCSE (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico), si assiste ad un suo rapido incremento nei paesi in forte espansione economica come la Cina, l'India, Singapore, Taiwan, che nel corso dei due decenni passati hanno puntato decisamente sulle conoscenze investendo massicciamente sui talenti e le strutture scientifiche del paese.

Un indicatore del trasferimento tra paesi è costituito dalla bilancia tecnologica dei pagamenti che misura i flussi finanziari relativi ai trasferimenti internazionali di tecnologia scorporata (cioè non incorporata nei macchinari): brevetti, *know-how*, disegni, marchi di fabbrica, invenzioni, assistenza tecnica, servizi di ReS e di ingegneria. Un *deficit* di bilancia tecnologica non indica necessariamente un basso livello delle competenze scientifiche e tecnologiche di un paese: infatti, mentre gli introiti rappresentano una misura della competitività tecnologica di un paese, l'importazione di tecnologia scorporata, ove debitamente utilizzata e 'endogenizzata' nel tessuto produttivo, può avere un effetto positivo innalzandone il livello tecnologico e la capacità innovativa. Gli Stati Uniti sono il maggior esportatore mondiale di tecnologia con un surplus nel 2005 di 32,9 miliardi di dollari, ben superiore a quello del 1995; il Giappone è passato da un *deficit* nel 1985, ad un modesto surplus di 1,8 miliardi nel 1995 ed a uno ben più consistente nel 2005, di 12,0 miliardi di dollari, mentre l'Unione europea è un importatore netto. Va osservato peraltro che i trasferimenti di tecnologia scorporata sono aumentati significativamente tra la metà degli anni ottanta e la fine degli anni novanta, a conferma della crescente diffusione delle conoscenze tra paesi, in particolare quelli più sviluppati. A livello europeo soltanto Belgio, Regno Unito, Svezia, Danimarca e Olanda hanno un saldo attivo, mentre il movimento in entrata e in uscita della Svizzera, particolarmente elevato se misurato rispetto al prodotto interno lordo, è collegato in larga misura alla presenza delle case madri di molte imprese multinazionali, le quali utilizzano il canale delle transazioni tecnologiche nel più ampio quadro di quelle finanziarie, compreso il rimpatrio dei profitti. Tra il 1995 ed il 2005 l'Italia ha fatto registrare introiti che sono passati da 3,0 a 4,3 miliardi di dollari, a fronte acquisti per 3,4 e 4,6 miliardi, con un modesto e sistematico saldo negativo.

A partire dagli ultimi due decenni del XX secolo hanno assunto importanza crescente le problematiche riguardanti l'interazione tra industria e settore scientifico pubblico (università ed enti pubblici). Quest'ultimo contribuisce infatti all'innovazione dell'industria mediante vari canali: la formazione di personale altamente qualificato; la divulgazione dei risultati della ricerca mediante pubblicazioni, conferenze, brevetti; la consulenza in progetti di innovazione; il trasferimento di nuove tecnologie mediante la creazione di nuove imprese, joint venture, ed altri tipi di commercializzazione. L'importanza assunta da tale interazione è stata determinata sia dal crescente ruolo svolto dalla scienza nell'innovazione tecnologica, sia dalla diffusa convinzione che fosse necessario promuovere un'interazione più stretta al fine di ottenere maggiori ritorni dell'investimento nelle attività scientifiche pubbliche in termini di benessere economico e sociale.

9. La proprietà intellettuale

Nelle ultime due decadi del XX secolo si è assistito a profondi cambiamenti nel sistema dei diritti di proprietà intellettuale (DPI) nel senso di un loro rafforzamento sia mediante l'ampliamento delle tipologie di conoscenze tutelate sia attraverso il riconoscimento ai titolari di una gamma di diritti più ampia che nel passato. In molti dei paesi più sviluppati, l'insieme delle materie brevettabili è stato ampliato includendo il software e le basi dati (in particolare quelle relative alla genetica ed alla geofisica); in alcuni paesi sono diventati materia di DPI la scienza di base (per esempio nei campi della matematica e della biologia) ed i metodi di gestione delle organizzazioni; negli Stati Uniti sono state brevettate anche le posizioni yoga, decisione che nel

2007 ha generato l'apertura di un contenzioso con il governo indiano. L'aumentata importanza annessa al valore economico delle tecnologie coperte dai brevetti ha condotto ad un significativo incremento dell'attività di brevettazione nei paesi più avanzati: le domande di brevetto depositate dagli inventori dei paesi dell'OCSE presso l'Ufficio europeo dei brevetti di Monaco di Baviera sono passate dalle 28.000 del 1981, alle 59.000 del 1991, alle 118.000 del 2005. Anche le controversie relative ai brevetti ed ai diritti d'autore sono aumentate, almeno negli Stati Uniti. Le imprese hanno ricevuto crescenti introiti dalle licenze sui propri DPI.

Allo stesso tempo una serie di fattori, legata all'accresciuto investimento delle imprese in ReS, alle trasformazioni strutturali dei processi innovativi, ai processi di globalizzazione e di competizione tra imprese e tra paesi, alla diffusione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, ha prodotto un continuo incremento delle transazioni del mercato mondiale delle tecnologie sotto forma di cessione di brevetti, contratti di licenza, trasferimento di *know-how*. I mercati della tecnologia sono stati particolarmente attivi in aree quali la chimica, le biotecnologie, i semiconduttori.

Le imprese ricorrono a varie modalità per tutelare la proprietà intellettuale. Nel caso delle imprese innovatrici dei 27 paesi europei i più frequenti strumenti sono la registrazione di un marchio (33%), la domanda di brevetto (28%) e la registrazione di un disegno o modello per la protezione del design industriale (28%), mentre il canale meno utilizzato è quello della richiesta di diritti d'autore (anche per la tutela del software) (11%).

I governi di vari paesi dell'OCSE hanno spinto gli enti pubblici di ricerca e le università a brevettare le proprie invenzioni, anche a seguito dell'esempio degli Stati Uniti dove nel 1980 è stata adottata la legge Bayh-Dole che consente agli esecutori della ricerca finanziata dal governo federale di brevettare i suoi risultati e di rilasciare licenze a terzi. L'obiettivo di tali politiche era quello di incentivare le organizzazioni pubbliche ed ai ricercatori a focalizzare la propria ricerca su obiettivi di interesse dell'industria e della società in generale, incrementando allo stesso tempo le fonti di finanziamento dei laboratori pubblici. Alcuni studi dimostrano che tali politiche non sono suffragate da sufficienti prove circa la correttezza degli obiettivi e l'appropriatezza degli strumenti utilizzati. In particolare sottolineano come l'esperienza statunitense non rappresenta un modello da imitare nei paesi europei anche perché i suoi effetti in termini di ritorni finanziari negli Stati Uniti sono del tutto da dimostrare. Allo stesso tempo sostengono che, se da un lato le università e gli enti pubblici di ricerca intrattengono tradizionalmente rapporti di collaborazione con la società ed in particolare con le imprese, gli svantaggi connessi ad una eccessiva spinta alla commercializzazione dei risultati della ricerca pubblica sono destinati a produrre effetti che possono comprometterne l'integrità e la missione principale: la generazione di nuove conoscenze per tutta la collettività e la formazione di specialisti capaci di risolvere problemi complessi.

10. L'Europa e l'Italia nel terzo millennio

Un'analisi comparata dei dati sulla ReS nelle tre grandi aree geografiche del mondo sviluppato, Europa, USA e Giappone mostra come i paesi europei siano in ritardo rispetto alle altre due aree. Infatti nel 2005 i paesi europei spendevano per ReS 470 dollari in media per abitante rispetto ai 1.094 degli USA ed ai 1.023 del Giappone. All'interno dell'area europea si riscontra inoltre un'ampia variabilità tra paesi, con la Svezia e la Finlandia in testa e paesi, quali il Portogallo e la Grecia, in coda. Se si analizzano i dati nel periodo che va dall'inizio degli anni ottanta ai primi anni del nuovo millennio, si riscontra che il ritardo dell'investimento in ReS tra l'Europa da un lato e gli Usa ed il Giappone dall'altro è aumentato. Se le spese per ReS vengono rapportate al prodotto interno lordo (PIL) si riscontra lo stesso ritardo: la percentuale era nel 2005 dell'1,7% per i 27 paesi dell'Europa, del 2,6% per gli USA e del 3,3% per il Giappone.

Sotto il profilo delle risorse umane i dati mostrano che nel 2005 il numero di ricercatori per ogni 1.000 persone occupate era di 6,0 in Europa, 9,7 negli USA e 11,0 in Giappone. Tale squilibrio è maggiormente marcato nel settore delle imprese, piuttosto che in quello degli enti pubblici di ricerca e nelle università. Infatti, a fronte dei 623.000 ricercatori impegnati nelle imprese europee, ve ne erano 1.105.000 negli USA e 481.000 in Giappone. Per colmare il ritardo, date le condizioni strutturali degli apparati produttivi, l'industria europea dovrebbe creare dall'oggi al domani oltre mezzo milione di posti di lavoro per ricercatori, una prospettiva che appare quanto mai irrealistica.

Di fronte a questo ritardo strutturale dell'Europa, i capi di stato e di governo dei paesi comunitari hanno sottolineato l'importanza dell'innovazione come risposta dell'Europa alle sfide poste dalla globalizzazione e dalla società basata sulla conoscenza. Nella riunione del Consiglio europeo tenutasi a Lisbona nel marzo 2000 è stato quindi fissato per l'Unione il duplice obiettivo di rafforzare la coesione sociale nei paesi membri e di diventare nel successivo decennio l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo. Questo processo ha ricevuto un ulteriore impulso nel Consiglio europeo di Barcellona del marzo 2002, in cui è stato concordato che la spesa per ReS nell'Unione doveva essere aumentata dall'1,9% del Pil dell'inizio del decennio al 3% nel 2010, e che due terzi dei nuovi investimenti dovranno provenire dal settore privato. Mentre alcuni paesi europei hanno già raggiunto e superato la soglia del 3%, (Svezia 3,9%, Finlandia 3,5%), l'Europa nel suo complesso non sarà in grado di conseguire l'obiettivo prefissato: a tre anni dalla conclusione del decennio, l'intensità di ReS dell'area europea era ancora ai livelli iniziali. Tuttavia, se l'obiettivo del 3% nel 2010 verrà mancato, i leader politici lo hanno riconfermato spostando in avanti la data del suo conseguimento.

Nel caso dell'Italia (che si colloca all'1,1%) la percentuale del 3% è al di fuori della portata per vari motivi: la ridotta dimensione del sistema scientifico pubblico, che dovrebbe conoscere un'espansione davvero considerevole in un tempo relativamente breve, la specializzazione del settore delle imprese in tecnologie tradizionali che non richiedono grandi investimenti in ReS ma, soprattutto, la mancanza di politiche nazionali che attribuiscono davvero alla scienza ed alla tecnologia un'elevata priorità e le relative risorse finanziarie.

Guardando al sistema produttivo, il numero di imprese italiane ad alta tecnologia è storicamente modesto, poco propenso a investimenti in ricerca di base e con pochi progetti innovativi sulla frontiera tecnologica. Il sistema innovativo delle imprese italiane ha conosciuto una stagione di rapido sviluppo tecnologico negli anni cinquanta e sessanta, sia da parte di imprese private che di imprese a partecipazione statale, spesso in collaborazione con il sistema di ricerca pubblico. In tale periodo si è assistito, ad esempio, agli avanzamenti nell'elettronica promossi dalla Olivetti, nella farmaceutica dalla Lepetit, nell'energia nucleare dal Comitato nazionale per l'energia nucleare (Cnen) e dall'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn), nei laser e nell'elettronica dal Centro informazioni studi ed esperienze (Cise-Enel) e dal Politecnico di Milano, nella chimica da parte del Gruppo Montedison, presso l'Istituto Donegani. Negli anni successivi questa attività non è stata svolta in modo continuativo e non ha ricevuto dalle imprese la priorità che meritava, anche perché in questa fase le imprese italiane hanno puntato sulla minimizzazione dei costi e su innovazioni di processo, piuttosto che di prodotto. Il risveglio innovativo degli anni ottanta ha portato soltanto alla transitoria esperienza di Olivetti nel campo dei PC e all'affermarsi di ST Microelectronics come l'unica realtà di alta tecnologia tra le grandi imprese italiane, insieme alla Finmeccanica. Nel corso degli anni novanta è proseguito il processo di disimpegno dell'industria italiana dalle produzioni a tecnologia avanzata, che – insieme alla crisi dei settori chimico, farmaceutico, aerospaziale e con la privatizzazione delle imprese appartenenti al sistema delle partecipazioni statali – ha coinciso con il passaggio del controllo di molte imprese italiane ad alta tecnologia a imprese straniere con un conseguente ridimensionamento delle strutture di ricerca e dunque dell'impegno di ReS del paese.

Il governo ha operato riforme per ammodernare le strutture di ricerca pubbliche conferendo loro maggiore autonomia, ma ha mantenuto i finanziamenti a livelli del tutto insufficienti per un paese come l'Italia, sia per quanto riguarda la ricerca pubblica, sia per quanto riguarda il sostegno alla ricerca e all'innovazione delle imprese. Queste, allo stesso tempo, non hanno

provveduto ad incrementare i propri investimenti in ReS ed innovazione, anche in ragione delle debolezze strutturali del sistema produttivo italiano: il nanismo dimensionale, che non consente a gran parte delle imprese di investire nella ReS, la specializzazione produttiva in prodotti a medio-basso contenuto tecnologico, la diffusa agglomerazione delle aziende in distretti industriali, dove le imprese hanno difficoltà ad appropriarsi dei benefici dell'investimento a causa della facilità con cui si diffondono le nuove conoscenze. Il paese si trova nel terzo millennio in una posizione di grande debolezza circa la possibilità di svolgere un ruolo di protagonista nel processo di avanzamento delle conoscenze, basando di fatto la propria capacità di innovazione tecnologica e competitiva nei mercati internazionali sulle sue doti di flessibilità e di adattabilità piuttosto che sulla sua capacità di porsi alle frontiere della tecnologia. Appare necessario un grande 'balzo in avanti' del paese, analogo a quello del 'miracolo economico' degli anni sessanta, in cui i leader sia pubblici che privati assumano davvero la scienza e la tecnologia come una delle priorità nazionali in cui investire con decisione e, soprattutto, con continuità per un periodo lungo, superando la visione di breve periodo che caratterizza gran parte delle decisioni dei governi e delle imprese. D'altra parte, la strategia di inseguimento diventerà sempre più difficile da sostenere in un mondo in cui il legame tra generazione ed applicazione delle conoscenze sta diventando sempre più stretto ed in cui la posizione competitiva dei paesi è sempre più basata sull'innovazione tecnologica.

CAPITOLO 5

LA RICERCA EUROPEA ED IL PROGRAMMA QUADRO

di Alberto Silvani

1. Introduzione

La politica della ricerca a livello europeo nasce in contemporanea con la definizione dei primi accordi che formalizzano le relazioni tra i sei paesi "fondatori" e trova un primo riferimento con la condivisione degli sforzi in campo energetico nell'ambito del trattato Euratom negli anni cinquanta. Pur se limitata nella copertura dei temi e focalizzata territorialmente su alcune iniziative, tale politica manifesta già in quegli anni le potenzialità che una visione sopranazionale può offrire a sistemi scientifici tutti ancorati sulla scala nazionale ed ancora influenzati dagli equilibri economici e politici derivanti da una conflittualità intraeuropea sviluppatasi nei secoli. Ma è solo con il procedere del processo di cooperazione, se non di vera e propria integrazione culturale e di apertura delle frontiere, tra i paesi dell'allora Comunità europea e, in particolare, col varo del primo "Programma Quadro" negli anni ottanta, che si determinano le condizioni per una nuova stagione. E' questa azione, infatti, che avviando a livello comunitario una modalità di programmazione e finanziamento della ricerca e dello sviluppo tecnologico a medio termine e coordinando gli sforzi verso obiettivi condivisi e attraverso la partecipazione congiunta tra strutture di ricerca operanti in diversi contesti, ha dato concretezza alla cooperazione scientifica a livello europeo.

Nel corso degli anni i Programmi Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo (PQ) che si sono susseguiti, per l'ampiezza dello spettro delle azioni e delle tematiche e per l'entità delle risorse finanziarie impegnate, sono diventati sempre più uno strumento strategico non solo di erogazione di fondi ma anche per determinare la *governance* della ricerca, generando riflessi e conseguenze sui sistemi nazionali.

Le strategie di fondo e gli obiettivi dei programmi quadro si sono via via diversificati ed ampliati nel corso degli anni rispondendo a diverse esigenze e visioni della politica della ricerca. Nella prima fase della programmazione comunitaria, fino al 3° Programma Quadro (prima metà degli anni novanta), gli obiettivi di ricerca erano guidati dalle esigenze del mondo scientifico e tecnologico con scarsa attenzione al lato domanda. Il tutto mentre permaneva la formale giustificazione di un intervento volto a sostenere, attraverso la ricerca, la competitività ma anche la competizione tra gli attori economici che operavano all'interno del mercato reso "unico" dal progressivo venir meno dei vincoli doganali. Al *technology push* dei primi programmi ha poi però fatto seguito una maggiore focalizzazione sul lato della domanda di innovazione (*demand pull*) e delle esigenze e problematiche espresse dalla società ed a cui la ricerca era chiamata a rispondere. Nel 4° e 5° Programma Quadro (seconda metà degli anni novanta) i progetti sono orientati al *problem solving* e diventa importante definire il potenziale impatto della ricerca in ambito economico, sociale e industriale.

Il 5° in particolare ha posto al centro del proprio operare il superamento del cosiddetto "paradosso europeo", ovvero della necessità di garantire uno sbocco economico alle potenzialità scientifiche sviluppate dal mondo della ricerca.

E' con la fine del secolo scorso, nei primi mesi del 2000, e con il varo di due concetti chiave, lo Spazio Europeo della ricerca ("European Research Area"- ERA) da parte del Commissario alla ricerca, e nella definizione, da parte del Consiglio Europeo, ovvero dell'insieme dei governi dei paesi (all'epoca 15) membri dell'Unione, di una strategia di lungo periodo (decennale) comunemente conosciuta come la "strategia di Lisbona", che si creano le condizioni per superare l'approccio che ha sostanzialmente considerato la ricerca e l'innovazione come uno strumento per favorire la capacità competitiva dei singoli attori economici e quindi funzionale all'economia piuttosto che al progresso scientifico e tecnologico.

Il 6° Programma Quadro mette in atto diversi strumenti, alcuni radicalmente nuovi, ed iniziative a supporto della costruzione dello spazio comune della ricerca, concetto rafforzato ed ampliato nell'attuale 7° Programma Quadro (2007-2013). In entrambi i casi si tratta di dare seguito ad un processo che colloca la ricerca come fattore decisivo per lo sviluppo europeo a medio termine e come fattore di successo nell'accresciuta competizione globale.

2. Il processo di Lisbona e lo Spazio Europeo della Ricerca

Il concetto di Spazio Europeo della Ricerca, elemento chiave della ricerca europea, viene formulato a partire da una considerazione: la sostanziale incapacità di sistemi nazionali, in molti casi anche eccellenti, a competere con realtà scientifiche dotate di massa critica e di una visione strategica sostanzialmente assente a livello europeo. La sproporzione tra quanto effettivamente coordinato a livello sovranazionale nei confronti di quello autonomamente deciso a livello nazionale o subnazionale, privava infatti la "cabina di regia" europea della capacità di influenzare l'intero processo e non ne ottimizzava l'impiego dei fattori. Ma, nello stesso tempo, si prendeva coscienza che il ritardo non era solo questione del rapporto tra azioni condivise e attività decise autonomamente, ma riguardava l'entità e le caratteristiche dello sforzo in ricerca ed innovazione. In poche parole che paradosso europeo, citato nell'introduzione, era sempre meno tale in quanto i competitori erano spesso avanti in termini di impegni e risultati in ricerca ed innovazione, a partire dal loro sforzo in risorse umane e materiali. Da qui l'esigenza di definire, accanto allo strumento/obiettivo dello spazio comune, un "orizzonte politico" che desse visibilità al disegno e contribuisse a costruire uno scenario più ampio, finalizzato ad avviare una profonda modernizzazione del sistema economico europeo sempre più in difficoltà di fronte alla crescente globalizzazione ed a rilanciare il "modello sociale europeo" in cui crescita e competitività debbono coniugarsi con coesione sociale e sviluppo sostenibile.

Questo processo prende l'avvio a Lisbona quando il Consiglio Europeo nel marzo del 2000, conferisce all'Unione l'ambizioso obiettivo: diventare entro il 2010 "l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di lavoro e una maggiore coesione sociale."

Il sogno europeo così come è stato definito dall'economista americano Rifkin, il modello di sviluppo delineato a Lisbona, richiede l'attuazione di importanti riforme che investono i settori chiave dello sviluppo economico e sociale quali welfare, ricerca, formazione, lavoro. In questa visione strategica del futuro europeo, la ricerca, insieme all'istruzione e all'innovazione, costituiscono il « triangolo della conoscenza » che deve consentire all'Europa di preservare il suo dinamismo economico ed il proprio modello sociale.

Ed è quindi in questo ambito che il processo di creazione di uno Spazio Europeo della Ricerca, già ipotizzato quasi un decennio prima dall'allora Commissario Antonio Ruberti, prende pieno avvio.

L'opportunità di costituire un'area senza frontiere per la ricerca nasce dalla necessità di superare la frammentazione e dispersione delle risorse: oltre l'80% della ricerca pubblica in

Europa è realizzata infatti a livello nazionale, e, quando è programmata, questo avviene principalmente nell'ambito di iniziative di ricerca nazionali o regionali. In altre parole, la politica di ricerca degli Stati membri e quella dell'UE si svolgono parallelamente, ma non costituiscono un insieme coerente. Questo porta ad un sottodimensionamento e a molte duplicazioni degli sforzi, anche per la limitata conoscenza (al di fuori dei tradizionali canali di condivisione e confronto delle comunità scientifiche coinvolte) di ciò che avviene al fuori dei propri confini (e, in alcuni casi, anche all'interno degli stessi...). Nella sua "Comunicazione verso uno spazio europeo della ricerca" del 2000 la Commissione Europea sottolinea come "...L'attività di ricerca europea non è per il momento che la semplice somma delle attività dei quindici Stati membri e di quella dell'Unione. Le ripercussioni negative dovute al fatto che tali attività risultano frammentate, all'isolamento e alla segregazione in cui operano i sistemi nazionali di ricerca ed alle differenze nei regimi regolamentari ed amministrativi scoraggiano anche il più piccolo investimento a livello globale nella conoscenza. Per dare nuovo slancio alla ricerca in Europa è pertanto indispensabile abbattere le barriere esistenti e rendere l'attività di ricerca scientifica e tecnologica più integrata a livello europeo. Occorre superare l'attuale struttura "15+1" per dare vita ad un modello più dinamico, che permetta di armonizzare con maggior coerenza le attività svolte dagli Stati membri a livello nazionale da un lato con quelle condotte dall'Unione nell'ambito del Programma Quadro e di altri eventuali strumenti e dall'altro con quelle facenti capo ad organismi di cooperazione intergovernativi".

Lo Spazio Europeo della Ricerca comporta:

- la creazione di "un mercato interno" della ricerca (vero spazio di libera circolazione della conoscenza, dei ricercatori e delle tecnologie) destinato a rafforzare la cooperazione, incentivare la concorrenza ed ottimizzare l'assegnazione delle risorse;
- una ristrutturazione del tessuto europeo della ricerca, che consiste essenzialmente nel miglioramento del coordinamento delle attività e delle politiche di ricerca nazionali (queste rappresentano in effetti la maggior parte delle ricerche svolte e finanziate in Europa);
- lo sviluppo di una politica europea che non si limiti al mero finanziamento di attività di ricerca, ma che comprenda anche tutti gli aspetti delle altre politiche nazionali ed europee legate al settore della ricerca.

A valle di questa decisione, un'altra tappa importante della politica europea della ricerca è rappresentata dal Consiglio Europeo di Barcellona del 15-16 marzo 2002, due anni dopo Lisbona, che quantifica e qualifica lo sforzo richiesto, stabilendo che entro il 2010 gli investimenti complessivi in ricerca devono raggiungere il 3% del PIL di cui 2/3 provenienti da risorse private (comunemente considerato come l'Obiettivo del 3% ed associato all'intera strategia di Lisbona).

Obiettivo programmatico non facile da raggiungere considerando la situazione di partenza: i principali indicatori di performance delineano un'Europa con molti squilibri interni, squilibri accentuati dall'allargamento nella sua composizione, e che arranca di fronte ai suoi principali competitori. I dati relativi all'investimento nella ricerca indicano un forte divario tra il sistema europeo nel suo insieme e USA e Giappone (dati confermati anche recentemente - Key Figures 2007- EUR 22572): la natura, le caratteristiche e le dinamiche della struttura industriale europea confermano il deficit nei confronti degli Stati Uniti, con minori opportunità per il capitale di rischio, una presenza a volte distorta del soggetto pubblico e una progressiva diminuzione, in termini comparativi, della ricerca di eccellenza. Il potenziale scientifico è troppo parcellizzato e ripartito tra paesi, discipline e settori e i flussi di conoscenza dalla scienza verso la tecnologia restano più deboli nei confronti americani.

Dal 2000 diverse iniziative sono state intraprese nel percorso che porta alla realizzazione di ERA ed all'obiettivo del 3%:

- Il 6° Programma Quadro (2002-2006), il primo operativo in tale contesto ha introdotto nuovi strumenti di partecipazione le Reti di Eccellenza (Network of Excellence - NoE), i Progetti Integrati - (Integrated Projects - IP) entrambi finalizzati a dare carattere strutturante ai processi partecipativi, e modalità di coordinamento delle politiche nazionali di ricerca (ERA-Net);

- il 7° Programma Quadro (2007-2013) che, sulla base dell'esperienza pregressa, della valutazione dei risultati e della revisione/verifica a metà percorso, è stato esplicitamente concepito per sostenere ERA. Diverse iniziative ed azioni (che saranno approfondite più avanti) vanno in questa direzione: accanto agli strumenti la definizione di un "codice comune" per i ricercatori, l'istituzione di un Consiglio Europeo della Ricerca per sostenere la ricerca di base e i ricercatori, le Iniziative tecnologiche Congiunte (JTI) come strumento di partnership pubblico-privato, l'Istituto Europeo di Tecnologia (EIT) che, sebbene concepito al di fuori del Programma Quadro, si pone quale centro di eccellenza in grado di attrarre il meglio della ricerca internazionale;
- iniziative volte a far convergere le politiche nazionali di ricerca intorno all'obiettivo del 3%;
- Il Libro Verde su ERA della primavera 2007, la relativa consultazione pubblica, e gli approfondimenti che ne sono derivati.

3. Dove siamo oggi: gli elementi di base

Passiamo rapidamente in rassegna gli elementi che costituiscono la base dell'intervento comunitario in materia di ricerca.

La base giuridica del Programma Quadro

Non è questa la sede per dilungarsi sul complesso e controverso iter che ha disciplinato nel tempo il consolidarsi di una base giuridica, peraltro in continua evoluzione in ragione delle dinamiche complessive dell'Unione. Basti però ricordare che una vera e propria base giuridica della politica di ricerca scientifica e tecnologica comunitaria viene definita soltanto nel 1987 (e quindi 30 anni dopo l'avvio del processo noto come Trattato di Roma) con la riforma dei Trattati CEE e l'adozione dell'Atto Unico, data a partire dalla quale la politica di ricerca entra a far parte delle politiche comuni. Con le disposizioni specifiche contenute nel titolo VI Ricerca e sviluppo tecnologico, articoli 130F e 130G, la politica di ricerca scientifica e tecnologica entra a far parte delle politiche comuni, al pari della politica agricola, di quella ambientale, ecc.

L'art. 130 F definisce così l'obiettivo della politica comunitaria di ricerca: *...rafforzare le basi scientifiche e tecnologiche dell'industria della CE, di favorire lo sviluppo della sua competitività internazionale*. Accanto al miglioramento della competitività industriale, la ricerca comunitaria si pone anche l'obiettivo di favorire lo sviluppo economico e sociale.

Successivamente il Trattato di Maastricht del 1992 ratifica ulteriormente ed amplia con nuovi campi di azione la competenza dell'Unione in materia di ricerca e sviluppo tecnologico. Un'importante novità introdotta da Maastricht è la procedura di co-decisione del Consiglio e del Parlamento europeo su cui ci si soffermerà di seguito.

I principi fondamentali della ricerca comunitaria

Ciascun PQ è espressione e sintesi di un articolato dibattito politico ed istituzionale che comprende le diverse autorità di governo e di rappresentanza degli interessi e di un ampio processo di consultazione e confronto con la comunità scientifica, il mondo industriale, la società civile che ne plasmano la strategia di fondo e la contestualizzano rispetto al momento in cui la

decisione di approvazione del Programma viene assunta. Il citato meccanismo di co-decisione, che vede coinvolti rispettivamente la Commissione Europea, titolare della proposta e Parlamento e Consiglio, portatori delle rispettive istanze, Tuttavia i principi e gli obiettivi fondamentali di ogni PQ devono trovare riscontro ed essere coerenti con quanto stabilito a livello di trattato. Alcuni criteri e requisiti di base, che discendono dagli obiettivi generali dell'Unione, contraddistinguono la ricerca comunitaria e sono:

Compartecipazione finanziaria

I contraenti di un progetto comunitario devono contribuire parzialmente alle spese di ricerca. La Commissione Europea diventa compartecipe di un progetto, e ne condivide rischi e costi, ma richiede che i tutti partecipanti contribuiscano al progetto con un proprio apporto diretto, a testimonianza dello specifico coinvolgimento ed interesse al raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

Transnazionalità

I progetti finanziati nell'ambito del PQ devono necessariamente avere una dimensione europea, sia espressa in termini di partenariato che di impatto e ricadute del progetto stesso. Le proposte devono, pertanto coinvolgere partner (università, centri di ricerca, imprese, ecc.) di diversi paesi appartenenti all'Unione Europea (*nel 7°PQ almeno tre soggetti di tre paesi membri diversi*).

Eccellenza scientifico-tecnologica

I progetti devono rispondere ad elevati criteri di eccellenza tecnico-scientifica ed apportare un significativo avanzamento dello stato dell'arte.

Sussidiarietà

Il principio di sussidiarietà regola i rapporti tra le istituzioni europee e gli stati membri. In base a tale principio l'intervento europeo avviene in quei settori, ove non siano di sua esclusiva competenza, soltanto se, e nella misura in cui, gli obiettivi dell'azione prevista non possano essere sufficientemente realizzati dagli stati membri e trovino nella dimensione comunitaria un migliore terreno attuativo. Questo principio, in particolare, si applica anche a quella quota di attività di sostegno alla ricerca e all'innovazione che viene finanziata attraverso i Fondi Strutturali.

4. Lo scenario attuale: il 7° Programma Quadro di Ricerca 2007-2013

L'attuale 7° Programma Quadro costituisce, ancora più che nel passato, non soltanto una modalità di erogazione finanziaria ma un importante strumento di *governance* attraverso cui indirizzare e far convergere le politiche ed i processi a sostegno della ricerca non solo a livello comunitario ma anche rispetto alle scelte e alle programmazioni nazionali e regionali.

Pur in un'ottica di continuità con il precedente 6° PQ, il nuovo Programma Quadro introduce importanti novità, che verranno esaminate successivamente, allo scopo di consentire la realizzazione dello Spazio Europeo della Ricerca e degli obiettivi più generali di Lisbona.

Il 7° Programma Quadro è stato approvato con co-decisione del Parlamento Europeo e del Consiglio il 18 dicembre del 2006 con uno stanziamento di 50.521 milioni di euro per un periodo di 7 anni 2007-2013. Va in primo luogo sottolineato come il budget del 7° PQ benefici

di un notevole incremento rispetto al precedente (aumento del 41% ai prezzi del 2004 e del 63 % ai prezzi correnti). La durata, estesa da 5 a 7 anni, ha consentito l'armonizzazione, anche sul piano temporale e della programmazione, dei diversi strumenti di intervento finanziario della Commissione (in primis Programma Quadro e Fondi Strutturali) con le Prospettive finanziarie 2007-2013 (il vero e proprio "Bilancio", ovvero il quadro di programmazione finanziaria pluriennale della Commissione).

Una richiesta diffusa che ha accompagnato la fase di definizione ed approvazione del 7° PQ è stata una semplificazione delle procedure amministrative e delle modalità di partecipazione che nel 6° PQ, anche in ragione delle innovazioni introdotte, erano risultate piuttosto complesse ed articolate; questo ha portato a rivedere gli schemi di finanziamento, creare un maggior equilibrio tra il rischio di esposizione finanziaria e controlli, semplificare le procedure contenendo i tempi.

Obiettivi

"..L'obiettivo prioritario del settimo Programma Quadro è contribuire a far sì che l'Unione diventi il principale spazio di ricerca a livello mondiale. Ciò richiede che il Programma Quadro sia fortemente incentrato sulla promozione della ricerca d'avanguardia e di alto livello e sugli investimenti nella stessa, basandosi principalmente sul principio dell'eccellenza scientifica..... Gli obiettivi del settimo Programma Quadro dovrebbero essere scelti con l'intento di basarsi sulle realizzazioni del sesto Programma Quadro ai fini della creazione dello Spazio europeo della ricerca, approfondendole in vista dello sviluppo di un'economia e una società della conoscenza in Europa in grado di conseguire gli obiettivi della strategia di Lisbona nelle politiche comunitarie.

Tra gli obiettivi del settimo Programma Quadro, quelli menzionati qui di seguito sono particolarmente importanti:

- è opportuno sostenere la cooperazione transnazionale a tutti i livelli nell'UE;
- occorre incentivare il dinamismo, la creatività e l'eccellenza della ricerca europea alle frontiere della conoscenza, riconoscendo la responsabilità e l'indipendenza dei ricercatori nella definizione dei grandi orientamenti della ricerca in questo settore. In tale prospettiva, la ricerca di base avviata su iniziativa dei ricercatori, basata sull'eccellenza, dovrebbe svolgere un ruolo essenziale nell'ambito del settimo Programma Quadro;
- è opportuno rafforzare, quantitativamente e qualitativamente, il potenziale umano nella ricerca e nella tecnologia in Europa; per raggiungere tale obiettivo sono innanzitutto necessari un'istruzione e una formazione alla ricerca migliori, un più agevole accesso alle opportunità della ricerca nonché il riconoscimento della «professione» di ricercatore, non da ultimo mediante un sensibile aumento della presenza delle donne nella ricerca e un incoraggiamento della mobilità e dello sviluppo della carriera dei ricercatori. I principi generali sanciti nella Carta europea dei ricercatori e nel Codice di condotta per la loro assunzione potrebbero aiutare a costruire un vero e proprio mercato europeo del lavoro per i ricercatori, sempre nel rispetto della natura volontaria di tali strumenti;
- occorre inoltre sviluppare e rafforzare l'eccellenza delle istituzioni di ricerca e delle università europee;
- il dialogo fra scienza e società in Europa dovrebbe essere approfondito al fine di elaborare un'apposita agenda della scienza e della ricerca che venga incontro alle preoccupazioni dei cittadini, fra l'altro promuovendo la riflessione critica, e mirare a ripristinare la fiducia dell'opinione pubblica nella scienza;
- particolare attenzione dovrebbe essere rivolta ad agevolare la carriera scientifica dei ricercatori nel periodo più produttivo della loro vita. I ricercatori nella fase iniziale di carriera possono essere una forza trainante della scienza in Europa;
- è necessario rafforzare quantitativamente e qualitativamente le capacità di ricerca e innovazione nell'intero territorio europeo.." (Decisione n.1982/2006/CE del 18.12.2006 di adozione del 7° Programma Quadro)

La struttura

La struttura del 7° PQ si articola in quattro programmi specifici:

- Cooperazione, su tematiche specifiche (priorità), con una dotazione di 32365 milioni di Euro;
- idee, per la ricerca di frontiera, con una dotazione di 7460 milioni di Euro;
- persone, per la formazione e la mobilità dei ricercatori con una dotazione di 4728 milioni di Euro;
- capacità, per il sostegno al contesto, ad interventi specifici e alle azioni orizzontali, con una dotazione di 2700 milioni di Euro.

Più due aree peculiari di intervento, rispettivamente per il Centro Comune di Ricerca (CCR con una dotazione di 1751 milioni) e per l'Euratom e per la ricerca nucleare, comprese le relative attività di formazione, per una dotazione di 2700 milioni.

Il Programma specifico 'Cooperazione'

Il nucleo centrale del 7° PQ è il programma Cooperazione, che beneficia dei due terzi dello stanziamento globale di bilancio. Questo programma promuove la ricerca collaborativa tra imprese (anche piccole e medie), università, centri di ricerca di diversi Stati membri.

Cooperazione si articola in 10 tematiche, che riprendono ed articolano le "priorità" che costituivano la nuova modalità con cui le tematiche scientifiche "prioritarie" erano state individuate dal 6° PQ. Esse sono:

1. Salute
2. Agricoltura, prodotti alimentari, pesca e biotecnologia
3. Tecnologie dell'informazione e della comunicazione
4. Nanoscienze, nanotecnologie, tecnologie dei materiali e processi di produzione
5. Energia
6. Ambiente, compresi i cambiamenti climatici
7. Trasporti compresa l'aeronautica
8. Scienze socioeconomiche ed umane
9. Sicurezza
10. Spazio

'Cooperazione', con la grande varietà di strumenti a disposizione, rappresenta la modalità più consolidata di partecipazione al PQ, di norma realizzata attraverso team transazionali operanti su un programma di ricerca che vede la partecipazione di diverse tipologie di partner rispetto ad un obiettivo specifico.

Il Programma specifico 'Idee'

Idee, costituisce una delle novità più sostanziali del 7° PQ e nasce dalla volontà di attribuire uno spazio e budget dedicato alla *ricerca di frontiera* scarsamente rappresentata in precedenza.

Per la prima volta un Programma Quadro finanzia ricerca di frontiera senza una preventiva ripartizione in aree tematiche. Di fatto costituisce un riconoscimento forte del ruolo che la ricerca di base riveste ai fini del miglioramento economico e sociale del sistema europeo, oltre a rappresentare una presa d'atto che, anche sul versante della generazione di nuove conoscenze, la posizione europea si presenta come deficitaria rispetto ai concorrenti internazionali. Infatti, nonostante abbia ottenuto molti successi ed anche un alto livello di prestazioni in moltissimi campi, l'Europa non sfrutta al massimo il suo potenziale di ricerca e le sue risorse, e quindi necessita urgentemente di una maggior capacità di generare conoscenza e di tradurla in valore e in crescita sociale ed economica.

L'obiettivo del programma specifico 'Idee' è rafforzare l'eccellenza, il dinamismo e la creatività della ricerca europea e rendere l'Europa più interessante per i migliori ricercatori europei e dei paesi terzi, così come per gli investimenti nella ricerca industriale, offrendo una struttura di finanziamento competitiva a livello europeo, in aggiunta ai, e non in sostituzione dei, finanziamenti nazionali, per la 'ricerca di frontiera' realizzata da gruppi individuali su tematiche anche a carattere esplorativo. Questo Programma specifico si avvale di un nuovo soggetto di indirizzo e coordinamento, che ne ha caratterizzato la percezione generale, ovvero il Consiglio Europeo della Ricerca (*European Research Council –ERC*), che è formato da un Consiglio scientifico indipendente e una struttura specifica di attuazione. L'ERC opera secondo i principi dell'eccellenza scientifica, dell'autonomia, dell'efficacia, della trasparenza e dell'affidabilità, sostenendo i progetti di 'ricerca di frontiera' avviati su iniziativa dei ricercatori, che vengono realizzati da gruppi individuali che competono a livello europeo in tutti i settori della ricerca e trasversalmente ad essi, senza obblighi di partenariato e di transnazionalità.

L'ERC può integrare altre attività di finanziamento in Europa come quelle delle agenzie nazionali di finanziamento della ricerca e dispone di un bilancio totale di 7,5 Mld EUR per 7 anni (2007-2013).

Essendo 'su iniziativa dei ricercatori' o 'dal basso verso l'alto' (bottom-up), l'approccio dell'ERC permette ai ricercatori di individuare nuove opportunità e direzioni di ricerca e non è quindi orientato in base alle priorità stabilite dai politici. Questo approccio assicura che i finanziamenti vengano destinati ad aree di ricerca nuove e promettenti con un maggior livello di flessibilità ed offre opportunità di finanziamento sia a giovani e promettenti gruppi di ricerca che a realtà più consolidate a livello di riconosciuta carriera internazionale dei ricercatori.

Il Programma specifico 'Persone'

Potenziare il capitale umano e rendere più attrattiva la carriera dei ricercatori è l'obiettivo del programma Persone, che riprende ed amplifica le esperienze precedentemente maturate in varie forme, prevalentemente come borse e mobilità dei ricercatori (le c.d. 'borse Marie Curie').

Persone è volto alla formazione ed alla mobilità transnazionale ed intersettoriale dei ricercatori ed alla creazione di un vero e proprio mercato del lavoro europeo della ricerca basato sull'eccellenza grazie alla organizzazione ed implementazione di strumenti volti al miglioramento delle condizioni di lavoro e di carriera dei ricercatori. Per tali fini, anche a seguito del processo di consolidamento e diffusione della Carta dei Ricercatori e dei relativi codici attuativi, si avvale di una pluralità di strumenti, oltre ad avere notevolmente incrementato il budget rispetto al 6° PQ.

Il Programma specifico 'Capacità'

Capacità' ha l'obiettivo di migliorare le capacità di ricerca ed innovazione in Europa con quelle iniziative articolate e spesso di supporto di natura *orizzontale* non direttamente rivolte a ricercatori o a progetti di ricerca. La volontà è quindi quella di garantire il loro utilizzo ottimale di potenzialità e capacità tramite il sostegno a misure quali:

- Supporto alle infrastrutture di ricerca
- Politiche a sostegno delle PMI
- Rafforzare il potenziale di ricerca delle regioni europee incoraggiando i network transnazionali delle regioni e dei *cluster* operanti nella ricerca
- Sviluppo del potenziale di ricerca in "regioni di convergenza" (ovvero di quelle regioni in ritardo di sviluppo) attraverso il trasferimento di conoscenze, distacco di ricercatori, sviluppo di attrezzature di ricerca
- Supporto alla integrazione della scienza nella società
- Supporto allo sviluppo del potenziale di ricerca in regioni di convergenza
- Sviluppo coerente delle politiche di ricerca a livello regionale, nazionale ed europeo attraverso il monitoraggio l'analisi di politiche pubbliche per la ricerca e il coordinamento volontario delle politiche nazionali di ricerca

La varietà delle misure comprese in questo programma lo rende molto eterogeneo. Si sottolinea la novità dell'introduzione di alcune tematiche quali quelle della ricerca regionale o del supporto alle politiche di ricerca, o quella del potenziale di ricerca delle regioni di convergenza che costituisce un concreto strumento per facilitare, pur nella distinzione di ruoli, l'interazione con i Fondi strutturali e, più in generale, con le politiche di coesione.

5. Le modalità di partecipazione

La partecipazione avviene attraverso la risposta a bandi pubblici che vengono diffusi a scadenza, di norma annuale, in attuazione dei rispettivi 'Programmi di lavoro' che vengono elaborati e proposti dalla Commissione (anche con il supporto di esperti esterni) ed approvati dai Comitati di Programma, Comitati che vedono la partecipazione 'pesata' degli Stati membri.

Criteri minimi

Le condizioni minime di partecipazione per i progetti collaborativi prevedono la partecipazione di almeno tre soggetti giuridici (quali imprese, università, centri di ricerca, altro) indipendenti tra di loro e stabiliti in tre Stati membri, o associati, diversi. Fanno eccezione i Programmi Idee e Persone, ai quali si può partecipare rispettando il criterio minimo di almeno una entità legale stabilita in uno Stato membro o associato, se non diversamente specificato dal bando. Possono inoltre partecipare organismi internazionali di interesse europeo ed i Centri Comuni di Ricerca (CCR) della Commissione Europea.

Sono paesi eleggibili:

- Stati membri
- Paesi Associati con accordi di cooperazione scientifica e tecnologica con l'Unione Europea
- Paesi candidati
- Paesi Terzi la cui partecipazione costituisca un reale valore aggiunto agli obiettivi del 7° PQ

Sono previste diverse tipologie di progetti. Tra queste:

Progetti collaborativi

I progetti collaborativi prevedono la collaborazione transnazionale di diversi soggetti finalizzata a sviluppare nuove conoscenze, tecnologie, prodotti ed attività dimostrative. Questa è la modalità principale di attuazione del programma Cooperazione

In funzione degli obiettivi e dimensione del progetto si distinguono due tipi di progetto:

Azioni di ricerca a scala piccola e media (Small or medium scale focused research actions (STREP): Progetti di piccola o media dimensione finalizzati al raggiungimento di un obiettivo specifico attraverso la generazione di nuove conoscenze. Possono includere attività dimostrative volte a testare la potenzialità di nuove tecnologie ancora in fase prototipale.

Progetti integrati di ricerca ad ampia scala (Large scale integrating projects (IP): Progetti di ampie dimensioni e di medio lungo periodo a carattere multidisciplinare.

Gli IP integrano tra di loro una o più delle seguenti attività:

- ricerca e sviluppo tecnologico
- attività dimostrative
- attività innovative rivolte alla protezione e disseminazione della conoscenza e del prodotto
- analisi di impatto
- formazione dei ricercatori e degli utilizzatori della conoscenza

Reti di eccellenza

Il meccanismo di finanziamento delle *reti di eccellenza* è stato progettato per gli istituti di ricerca che intendono combinare e integrare in modo funzionale una parte considerevole delle loro attività e capacità in un dato settore con l'obiettivo di creare in questo campo dei centri di eccellenza a livello europeo. Ciò avviene attraverso l'attuazione di un «programma congiunto di attività» basato sull'utilizzo integrato e complementare di risorse appartenenti a intere unità di ricerca, dipartimenti, laboratori o grandi gruppi. Le reti di eccellenza richiedono un minimo legale di tre partecipanti di tre paesi diversi. Nella pratica una rete è costituita da partenariati di ampie dimensioni che includono da decine a centinaia di ricercatori per un periodo minimo di 5 anni.

Coordinamento e azioni di supporto

Si tratta di azioni che non riguardano la ricerca in senso stretto ma il coordinamento di attività di ricerca finanziate a livello nazionale e di supporto alla ricerca stessa quali:

- conferenze
- studi
- divulgazione ed utilizzo delle conoscenze
- accesso transnazionale alle infrastrutture di ricerca

Ricerca di frontiera - Progetti individuali

Il programma Idee viene attuato attraverso progetti elaborati da gruppi di ricerca individuali nazionali o multinazionali guidati da un «ricercatore principale» e finanziati dal Consiglio europeo per la ricerca. A differenza di altre tipologie di progetto, nella ricerca di frontiera è prevista la possibilità di finanziare anche progetti individuali realizzati da singoli gruppi di ricerca.

Mobilità e formazione

Il programma Persone comprende una varietà di strumenti e tipologie di progetto per sostenere la mobilità e la formazione dei ricercatori meglio conosciuti come borse Marie Curie:

- formazione iniziale dei ricercatori
- percorsi industria-università
- formazione continua
- dimensione internazionale dei ricercatori

Attività specifiche per le PMI

Le piccole e medie imprese (PMI) con scarsa capacità di ricerca interna ma con esigenze di innovazione possono realizzare dei progetti comuni di ricerca con università e centri di ricerca che svolgono il ruolo di esecutori della ricerca per le PMI (ricerca cooperativa). Anche le associazioni o le strutture di rappresentanza di PMI possono farsi interpreti dei bisogni delle proprie aziende ed affidarsi ad esecutori di ricerca (ricerca collettiva).

Sostegno alle infrastrutture

E' previsto il supporto ad infrastrutture di ricerca esistenti per favorirne l'accesso a ricercatori esterni e per migliorare la connettività a livello globale di infrastrutture di comunicazione. Inoltre in base all'art.169 del Trattato UE, la Commissione può sostenere finanziariamente nuove infrastrutture di ricerca di interesse europeo. L'ESFRI (*European Strategy Forum on Research*

Infrastructure), che riunisce i rappresentanti degli stati membri ed associati, ha redatto un lista di nuove infrastrutture di potenziale interesse europeo.

Iniziative Tecnologiche Congiunte (Joint Technologies Initiatives - JTI)

E' un nuovo strumento introdotto dal 7° PQ per costruire partenariati strategici pubblico-privati a lungo termine. Le JTI vogliono rispondere ad una criticità (la scarsa motivazione alla partecipazione da parte delle imprese) e mirano a sollecitare un più significativo investimento privato a livello industriale ed una integrazione delle diverse fonti di finanziamento ivi compreso il Programma Quadro ed i prestiti della Banca Europea degli Investimenti. Vengono attuate inizialmente solo in alcuni ambiti ben identificati.

Le JTI sono il risultato del lavoro svolto dalle corrispondenti Piattaforme Tecnologiche che rappresentano una modalità bottom-up di coordinamento ed aggregazioni dell'industria, ricerca, mondo finanziario, istituzioni, attorno ad un unico tavolo di lavoro al fine di definire un'agenda comune di ricerca

6. L'entità del finanziamento e quando partecipare

Come per i precedenti il principio di base del finanziamento che vige per il 7° PQ è cofinanziamento. La Commissione eroga delle sovvenzioni ai progetti contribuendo per una quota ai costi globali.

La percentuale di compartecipazione ai costi di un progetto dipende dal meccanismo di finanziamento, dallo status giuridico del partecipante, dal tipo di attività.

Nei progetti collaborativi il rimborso per attività di ricerca e di sviluppo tecnologico è del 50%. Alcune persone giuridiche possono ottenere fino al 75 % (enti pubblici senza fini di lucro, PMI, organismi di ricerca, istituti di istruzione secondaria e superiore). Per le attività dimostrative (più vicine alla fase applicativa) il tasso di rimborso può raggiungere il 50 %, mentre per altre attività (gestione del consorzio, creazione di reti, formazione, coordinamento, divulgazione ecc.) può arrivare al 100 % dei costi ammissibili.

I costi rimborsabili sono tutti quei costi associati direttamente alle attività di ricerca quali personale, viaggi, materiale di consumo attrezzature ed una quota di costi indiretti stabilita in base alla regole di contabilità dei partecipanti o su base forfettaria per PMI , università, enti non profit.

Il tasso del 100 % si applica alle azioni di ricerca di frontiera nell'ambito del Consiglio Europeo per la ricerca, alle azioni di coordinamento e supporto.

La pubblicazione dell'invito a presentare proposte, più comunemente indicato come bando di gara, è l'apertura ufficiale del programma. In generale i bandi di gara rimangono aperti circa tre o quattro mesi e vengono pubblicati una volta all'anno.

Tutti gli inviti vengono annunciati sulla *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, che è la fonte ufficiale dei documenti. I testi integrali degli inviti sono pubblicati nella sezione 7° PQ di CORDIS, il sito web dedicato alla ricerca comunitaria (<http://cordis.europa.eu/fp7/>) in tutte le lingue.

Ogni bando specifico è accompagnato da un serie di documenti (*information package*) che sono fondamentali per una efficace partecipazione. In particolare il programma di lavoro (*workprogramme*) a cui il bando fa riferimento e di cui costituisce la modalità attuativa, definisce i contenuti tecnico-scientifici cui devono rispondere le singole proposte. Le modalità di partecipazione e le regole specifiche del bando sono descritte nella guida per i proponenti

(Guide for proposal) . Documenti aggiuntivi di carattere generale quali le regole di partecipazione e di valutazione sono sempre scaricabili dal sito di CORDIS.

Le proposte comprendono una prima parte di formulari (Parte A) da compilarli on-line e una descrizione del contenuto tecnico scientifico (Parte B) del progetto, il tutto da inviarsi elettronicamente utilizzando l'apposito software EPSS indicato nella documentazione.

7. Dall'idea alla proposta: come partecipare con successo

La partecipazione ai bandi comunitari per la ricerca richiede un'articolata conoscenza delle regole formali e sostanziali che sottendono il PQ ed una certa dimestichezza con il "linguaggio comunitario".

Una buona proposta, oltre a soddisfare a tutte le condizioni di base, si caratterizza per un buon contenuto ed una buona presentazione. E' ovvio che una buona proposta nasce da una idea progettuale solida e basata su un reale esigenza di ricerca ed innovazione e rispondente ad una precisa strategia aziendale o accademica. La ricerca di una sovvenzione non è la modalità migliore per avvicinarsi a questa tipologia di finanziamenti. Considerare le opportunità offerte dal PQ come sostanzialmente una "banca" a cui attingere, in particolare se gli altri canali di finanziamento sembrano progressivamente venir meno, non aiuta certamente ad ottimizzare le opportunità di successo. A questo proposito nel settembre 2008 la Commissione Europea ha prodotto una Guida Pratica indirizzata a facilitare la scelta tra le opportunità di finanziamento in materia di ricerca ed innovazione, in particolare tra i tre possibili canali: Programma Quadro Ricerca, Programma Quadro Competitività e Innovazione e Fondi Strutturali (http://cordis.europa.eu/EU-funding-guide/home_en.html). Tale guida accompagna anche l'utilizzatore inesperto nel fare le scelte più conseguenti rispetto alla natura della proposta, del proponente e del contesto in cui si opera.

Il primo passo è quindi orientarsi all'interno dell'ampio ventaglio di opportunità offerte dal 7° PQ per individuare la linea d'azione più adatta a quanto si vuole proporre. Per questo è necessario confrontare l'idea in fase di elaborazione o il determinato argomento di ricerca che si vuol proporre con quanto contenuto nel documento Programma di lavoro su cui è stata bandita la chiamata dei progetti e delle proposte. Leggere attentamente e, se del caso, farsi aiutare ad interpretare i contenuti del Programma di lavoro e del bando di gara è quindi sicuramente il primo e decisivo passaggio per costruire una proposta di successo, in questo aiutati dalle diverse strutture di supporto che operano sia a livello locale, sia nazionale. La Commissione promuove la presenza e l'operatività di strutture ad hoc, coordinate in rete, i Punti Nazionali di Contatto (*National Contact Point- NCP*) verso le quali realizza programmi di formazione e di aggiornamento, che hanno il compito di facilitare la partecipazione, promuovere il partenariato e risolvere una prima serie di problemi legati alla conoscenza e alla divulgazione delle opportunità del Programma. Senza dimenticare il ruolo delle Delegazioni nazionali, di nomina ministeriale, che hanno il compito di rappresentare gli interessi nazionali nei rispettivi Comitati di Programma. Delegati ed esperti, che compongono le Delegazioni, contribuiscono anche a definire, in sede di Comitato, gli orientamenti per i Programmi di lavoro futuri, oltre a monitorare costantemente l'esito dei bandi e il loro processo realizzativo. Va in ogni caso ricordato che le proposte presentate, una volta superato il vaglio di ammissibilità amministrativa, sono sottoposte ad un processo di valutazione indipendente, esercitato attraverso esperti nominati ad hoc, che esautorata sia la Commissione che i Delegati rispetto ad una diretta influenza circa gli esiti del processo stesso. Processo che porta ad una graduatoria pesata secondo la quale le proposte sopra la soglia minima sono possibili beneficiarie di un finanziamento che viene erogato, dall'alto verso il basso della graduatoria, in ragione delle risorse disponibili.

8. Considerazioni di politica scientifica

Partecipare al Programma Quadro o, meglio ancora, partecipare con successo alle opportunità che il PQ mette in campo, offre una serie di opportunità che vanno ben al di là del mero ritorno di risorse economiche che si viene a determinare. Comprenderne i meccanismi, apprendere attraverso la sperimentazione ma anche affrontare con consapevolezza ostacoli e tecnicità rappresenta un passaggio ineludibile per la comunità scientifica nazionale. Il tasso di successo di proposte italiane nella – durissima – competizione europea è sicuramente superiore a quanto lascerebbe presupporre l’impetosa analisi circa la situazione del sistema scientifico del paese. Questo però non deve trarre in inganno. Storicamente l’approccio ha diviso la comunità scientifica nazionale in due blocchi: a fronte di una minoranza competitiva e foriera di buoni ed anzi eccellenti risultati, la grande maggioranza ha scelto di non competere, preferendo altri canali (nazionali o regionali) a minor rischio (anche se con un ritorno economico e di prestigio sicuramente inferiore) e, quando ha partecipato, si è ritagliata un ruolo subalterno nei confronti di partner “forti”, anche per la presenza di difficoltà amministrative e di complessità organizzative e gestionali. Questa modalità di crescita ha oggi “raggiunto il capolinea”, pressata, da un lato, da un’accreciuta competitività che si traduce in un elevato numero di proposte di buona qualità ma non finanziabili per carenza di risorse ma anche, dall’altro, da una nuova attenzione assegnata ai possibili canali di finanziamento europei divenuti spesse volte gli unici a cui attingere.

Pensare che in una realtà come questa agli auspici seguano i fatti rasenta la pura utopia. Il dualismo del sistema italiano ha bisogno di una ricomposizione di medio periodo che si realizzi attraverso una accresciuta attenzione (e partecipazione) ai bandi competitivi ma anche dalla capacità di apprendere dagli errori e dagli insuccessi in una visione di medio periodo. Che rappresenta, però, il classico limite del modo di affrontare le questioni nel nostro paese, ovvero l’illusione di poter perseguire subito quello che gli altri faticano a raggiungere dopo notevoli sacrifici, senza saper investire, aspettare ed accumulare. Ed anche in questo il “traino europeo” può rappresentare un’utile scuola.

CAPITOLO 6

UNA VALUTAZIONE DELLE POLITICHE DELLA RICERCA E DELL'INNOVAZIONE IN ITALIA

di Giorgio Sirilli e Anna Villa

1. Introduzione

Alla base dell'analisi e della valutazione delle politiche pubbliche in qualsiasi ambito vi è la considerazione che lo stato moderno abbia il compito di promuovere il benessere sociale in vari modi. Tra questi vi è il sostegno alla ricerca e dell'innovazione: l'obiettivo prioritario della R&S finanziata dallo stato è quello di arricchire la base scientifica del paese sostenendo le attività delle università, degli enti pubblici e delle imprese, incoraggiando l'esplorazione di nuove e promettenti aree scientifiche e tecnologiche e creando le condizioni per la formazione delle nuove competenze professionali. I problemi relativi al ruolo del settore pubblico nel finanziamento delle attività di R&S delle imprese stanno assumendo un'importanza sempre maggiore nel dibattito pubblico. La necessità di valutare l'efficacia dell'investimento pubblico per giustificarne l'esistenza diventa sempre più pressante, a maggior ragione in presenza di stringenti vincoli di finanza pubblica e di risorse finanziarie scarse.

In Italia, l'insieme degli strumenti di policy attivati per la ricerca e l'innovazione è il risultato di un cambiamento culturale e politico che ha preso vita a partire dal secondo dopoguerra, in particolare dagli anni '60. In questo periodo, infatti, alla politica scientifica e tecnologica venne assegnato un ruolo strategico e fu riconosciuto il ruolo cruciale della ricerca per lo sviluppo e la crescita del paese. L'innovazione, in quanto fattore trainante dello sviluppo economico, divenne una priorità per il processo di definizione delle politiche pubbliche e incominciò il percorso che ha dato vita nei decenni al modello di *governance* del sistema.

Per quanto riguarda gli incentivi pubblici alle attività di ricerca e innovazione, esiste un gran numero di misure adottate a livello nazionale e regionale. Negli ultimi anni il ruolo delle politiche regionali è andato aumentando, in particolar modo nelle aree svantaggiate, specialmente come supporto alle iniziative innovative e di trasferimento tecnologico. L'attuale insieme di misure disponibili è il risultato di un processo di riforma cominciato nel 1997, ancora in corso, che ha visto nel 1998 l'introduzione del Programma Nazionale della Ricerca come documento strategico per il sistema di ricerca nazionale. Parallelamente, anche a livello europeo l'importanza strategica della ricerca e innovazione si andava affermando in maniera sempre maggiore, fino al Consiglio europeo di Lisbona di marzo 2000, in cui l'UE si è prefissata come obiettivo strategico per il decennio 2000-2010 quello di "Diventare l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di lavoro e una maggiore coesione sociale".

Nel corso del tempo, è stato necessario rivedere e rimodellare il sistema di supporto alla ricerca e innovazione, focalizzandolo su alcuni obiettivi specifici di importanza strategica che dovrebbero ispirare le politiche pubbliche e l'azione degli attori nel mercato. Il nuovo corso è stato inaugurato con la riformulazione di ruoli, responsabilità, programmi, misure e strumenti nei due ambiti principali rappresentati dalle politiche per la ricerca dal un lato e dalle politiche per l'innovazione dall'altro. Questi cambiamenti nell'orientamento delle politiche per la ricerca e innovazione rispondono a ben specifiche problematiche e debolezze strutturali connesse al

sistema innovativo italiano: l'inadeguata *governance* del sistema, la carenza di ricercatori e personale altamente qualificato, la frammentazione e l'esiguità delle risorse pubbliche dedicate alla ricerca, la bassa intensità della spesa privata, la mancanza di una cultura della valutazione.

2. Le politiche per la ricerca e l'innovazione fino al 1998

Per comprendere l'evoluzione del quadro programmatico entro cui si sono sviluppate ed evolute le politiche per ricerca e innovazione nel nostro paese occorre evidenziare il percorso che ha portato alla strutturazione del sistema attuale. Questo tipo di analisi si sviluppa su due direttrici principali: la *governance* del sistema e gli strumenti e le risorse attraverso cui gli indirizzi programmatici vengono realizzati.

Le radici del dibattito sul sistema della ricerca possono essere rintracciate nella creazione e nella riorganizzazione nel secondo dopoguerra dei principali organismi pubblici di ricerca: il CNR, fondato nel 1923, trasformato in organo dello Stato nel 1945; l'INFN (Istituto nazionale di fisica nucleare), inizialmente uno degli istituti del CNR, istituito nel 1951; il CNEN (Comitato nazionale per le ricerche nucleari) che diventerà l'ENEA, istituito nel 1952.

A partire dagli anni '60 l'attenzione del sistema politico si è concentrata in misura sempre crescente sul ruolo dell'innovazione tecnologica e della ricerca scientifica per la crescita e lo sviluppo della competitività del sistema produttivo. Con l'istituzione nel 1962 dell'ufficio del Ministro (senza portafoglio) per il Coordinamento della ricerca scientifica presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, per la prima volta in Italia il governo centrale assume il ruolo di indirizzo, coordinamento e programmazione degli interventi destinati al supporto della ricerca pubblica e privata. Dalla metà degli anni '60 l'assetto consolidatosi vede come attori principali il Ministro, che assume funzioni di vigilanza e controllo, e il CNR, che svolge sia l'attività di ricerca in senso stretto che di indirizzo: fino al 1989, anno di nascita del MURST (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica), il CNR svolge il ruolo di coordinatore della politica scientifica e tecnologica italiana. In particolare il CNR gestisce i principali strumenti della ricerca orientata (*mission-oriented*): i Progetti Finalizzati, avviati a metà degli anni '70 per orientare la ricerca pubblica svolta nelle Università e nei laboratori pubblici verso una direzione più applicativa, e i Programmi Nazionali di ricerca, avviati nel 1986 per favorire l'innovazione industriale.

Parallelamente allo sviluppo di un'architettura definita dal punto di vista istituzionale, si sviluppa l'esigenza di elaborare una serie di strumenti che realizzino concretamente l'orientamento di politica pubblica: con la legge 1089 del 1968 viene istituito il Fondo speciale Ricerca Applicata (FRA), con l'obiettivo di incentivare l'adozione di tecnologie sempre più avanzate e accelerare lo sviluppo e la competitività del sistema produttivo. Questo strumento è stato l'unico provvedimento introdotto per favorire l'innovazione industriale fino ai primi anni '80.

Nel corso degli anni '80, al contrario, le politiche di incentivazione delle attività di ricerca e innovazione tecnologica nel settore privato hanno assunto un ruolo crescente, in particolare attraverso la legge 46 del 1982 "Interventi per i settori dell'economia di rilevanza nazionale". Questo provvedimento, oltre a rifinanziare il FRA, istituisce il Fondo speciale rotativo per l'Innovazione Tecnologica (FIT), con lo scopo di sostenere e finanziare l'attività innovativa delle imprese. Un'altra misura volta ad incoraggiare l'investimento industriale nell'innovazione è rappresentata dalla legge 696 del 1983, che agevola l'acquisto di macchine utensili ad elevata tecnologia da parte delle piccole e medie imprese (PMI) e delle imprese artigiane. Altri provvedimenti che completano il quadro sono la legge 64 del 1986, "Intervento straordinario nel Mezzogiorno", le leggi 22 e 49 del 1987 per progetti di ricerca in collaborazione con partner internazionali, e la 346 del 1988.

Nel 1989 la necessità di un maggiore coordinamento degli interventi e di una ricomposizione della dualità del sistema CNR-Ministero (Sirilli, 2005) ha portato alla costituzione del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, organismo centrale e governativo di indirizzo, programmazione, coordinamento e finanziamento della ricerca pubblica.

Occorre evidenziare che le politiche attuate per la ricerca e innovazione, nonostante la forte connotazione nazionale e pubblica, si sono contraddistinte per la forte frammentazione. A tale proposito è interessante ricordare le osservazioni e le criticità riscontrate dall'OCSE nel quadro della valutazione delle politiche della scienza e della tecnologia risalente al 1992 (OECD, 1992). Le problematiche evidenziate nel rapporto riguardano

- la limitata spesa per ricerca,
- l'eccesso di burocrazia e di legalismo,
- le lentezze procedurali,
- lo scarso coordinamento fra i diversi soggetti,
- l'elevato peso delle imprese pubbliche,
- l'elevato status dei professori universitari,
- l'elevata priorità attribuita alla cosiddetta "big science" (grandi programmi nel campo della fisica e dello spazio che tendono a spiazzare le iniziative di minore dimensione),
- la mancata valutazione dei programmi e delle strutture,
- la scarsa mobilità del personale.

A distanza di oltre 15 anni, alcune di queste criticità rappresentano ancora oggi punti deboli dell'intero sistema di sostegno della ricerca e dell'innovazione.

Successivamente alla creazione del MURST, la politica scientifica e tecnologica ha proseguito nella realizzazione dei Progetti finalizzati del CNR e dei Programmi nazionali di ricerca finanziati con la legge 46 del 1982. Per quanto riguarda la diffusione e il trasferimento tecnologico alle piccole imprese, la legge 317 del 1991 promuove lo sviluppo, l'innovazione e la competitività delle piccole imprese, costituite anche in forma cooperativa, con particolare riguardo alla diffusione e allo sviluppo delle nuove tecnologie, all'aggregazione delle piccole e medie imprese (PM) in forme consortili, alle piccole imprese innovative. Inoltre, in questo periodo viene sancita la fine della legge 64 del 1986 per l'intervento straordinario nel Mezzogiorno e viene istituita la legge 488 del 1992, che estende i benefici previsti anche alle aree depresse.

Nonostante l'istituzione del MURST, anche in questa fase il contesto continua ad essere caratterizzato da un'elevata frammentazione delle competenze e da una sostanziale assenza di meccanismi di controllo, valutazione, riallocazione delle risorse. Ciò è tra i presupposti per la richiesta della delega per la riforma del settore "Ricerca e Università" ottenuta dal governo Prodi nell'ambito di quanto previsto dalla legge 59 del 1997 (Bassanini). In attuazione della delega, a norma dell'articolo 11, comma 1, lettera d), della legge Bassanini, in cui si afferma che si dovrà "riordinare e razionalizzare gli interventi diretti a promuovere e sostenere il settore della ricerca scientifica e tecnologica nonché gli organismi operanti nel settore stesso", nel 1998 viene approvato il D.L. 204/1998 "Disposizioni per il coordinamento, la programmazione e la valutazione della politica nazionale relativa alla ricerca scientifica e tecnologica".

3. Le politiche per ricerca e innovazione dal 1998 ad oggi

Alla luce del percorso sopra delineato, l'insieme degli strumenti volti a sostenere la ricerca e l'innovazione poggia su un percorso di riforma avviatosi alla fine degli anni '90 (e in effetti ancora in divenire). La riforma si è concretizzata nel Decreto Legislativo 5 giugno 1998, n. 204

su due piani: la definizione di nuove regole del Sistema Nazionale della Ricerca e la programmazione degli interventi attraverso le scelte operative prospettate nel Programma Nazionale della Ricerca.

Per quanto riguarda il primo punto, il nuovo assetto normativo ed istituzionale del Sistema Nazionale della Ricerca si fonda su tre specifiche direttrici:

- realizzare un Sistema di Governo della ricerca (programmazione, coordinamento, valutazione della politica nazionale della ricerca) al fine di garantire interventi in una logica di sistema integrato¹;
- riordinare la rete degli Enti Pubblici di Ricerca, riconsiderandone ruolo, missione, organizzazione²;
- potenziare l'efficacia degli interventi a sostegno della ricerca industriale, sia per elevare il livello di spesa generale, sia per rafforzare la qualità e l'impatto della spesa stessa.

Il riordino degli interventi a sostegno della ricerca industriale avviene con il Decreto 297 del 1999 al fine di realizzare un contesto più favorevole agli investimenti in ricerca da parte di soggetti industriali di qualsiasi dimensione, coinvolgendo in misura maggiore le piccole e medie imprese che rappresentano il reale tessuto connettivo del sistema produttivo italiano. Nel 1999, dunque, vengono completamente riviste le politiche per l'innovazione italiane per tutti i settori ed è stata razionalizzata la totalità delle leggi. Il Decreto ha delimitato più chiaramente le tre strategie, automatica, valutativa e negoziale, anche alla luce della disciplina nazionale degli aiuti (D.Lgs 123/1998), individua nel Fondo per le Agevolazioni alla Ricerca (FAR) lo strumento finanziario soggetto ad una gestione unitaria (a valere sulle due leggi di finanziamento 46/1982 e 488/1992) e ha identificato soggetti beneficiari e strumenti. Alcuni degli interventi previsti in precedenza, come la legge 317/91, la legge Sabatini, la 140/97, sono stati delegati alle Regioni.

In questo quadro, sono state delimitate più chiaramente le competenze e i ruoli degli attori del sistema anche grazie alla riformulazione degli strumenti finanziari, con l'istituzione di tre fondi che finanziano distintamente le attività di competenza regionale, di ricerca industriale, di sviluppo pre-competitivo:

- il Fondo Unico Regionale,
- il Fondo per le Agevolazioni alla Ricerca, gestito dal MIUR,
- il Fondo per l'Innovazione Tecnologica, gestito dal Ministero per le Attività Produttive.

Con il D.M.8 Agosto 2000, n. 593 "Modalità procedurali per la concessione delle agevolazioni previste dal D.L. 27 Luglio 1999, n. 297", si rende operativa tale razionalizzazione attraverso l'unificazione della miriade di norme e regolamenti susseguitesesi in un arco temporale di oltre trenta anni. Il Decreto elimina dall'ordinamento tutte le precedenti normative in materia, riunendo in un unico testo regolamentare il complessivo pacchetto agevolativo diretto alle

¹ La struttura operativa prevede:

- il Comitato di Esperti per la Politica della Ricerca (CEPR), istituito presso il MURST;
- il Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca (CIVR) istituito presso il MURST;
- la IV Commissione CIPE "Ricerca e Formazione";
- la Segreteria Tecnica istituita presso il MURST per il supporto alle attività dei suddetti organismi;
- i Consigli Scientifici Nazionali (CSN), quali organi rappresentativi della comunità scientifica nazionale, universitaria e degli enti di ricerca. Tali consigli, integrati da rappresentanti delle pubbliche amministrazioni, del mondo della produzione, dei servizi e delle forze sociali, costituiranno l'Assemblea della Scienza e della Tecnologia (AST).

² A tal fine con tre distinti decreti legislativi in data 30 gennaio 1999 (D.L.9/99, 27/99 e 36/99) sono state messe a punto la riforma del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), dell'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) e dell'ENEA (Ente Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente)

imprese che investono in R&S³. Il testo del Decreto è stato sottoposto alla necessaria approvazione dell'Unione Europea la quale, dopo attenta e prolungata valutazione, ne ha riscontrato la compatibilità con le regole comunitarie in tema di parità di concorrenza tra imprese nel mercato europeo.

Gli interventi ricompresi nel Decreto n. 593 sono regolati secondo tre tipologie procedurali: valutativa, negoziale, automatica.

Con tipologia valutativa sono regolati gli interventi a sostegno di progetti di ricerca o formazione autonomamente presentati dai soggetti ammissibili (cosiddetti interventi *bottom-up*). Tale procedura prevede una fase di valutazione economica e scientifica condotta dagli organi ministeriali prima della concessione dell'agevolazione e riguarda quelle domande di finanziamento la cui complessità rende necessaria una fase di questo tipo.

Con tipologia negoziale sono regolati gli interventi a sostegno dei progetti proposti sulla base di iniziative di programmazione definite dal Ministero direttamente o in accordo con altri soggetti pubblici (cosiddetti interventi *top-down*). L'intervento prende avvio da una iniziativa ministeriale (ad esempio un bando di gara) cui seguono la ricezione dei progetti e la loro relativa valutazione.

Con tipologia automatica sono regolati quegli interventi diretti a favorire le PMI che assumono personale di ricerca, che commissionano attività di ricerca alle strutture della ricerca pubblica (compresi i laboratori dell'albo del Ministero), che concedono borse di studio per la frequenza a corsi di dottorato di ricerca; con la stessa tipologia automatica, sono altresì regolati i distacchi temporanei del personale di ricerca di Università e Enti di ricerca presso le PMI.

4. Un quadro dei programmi a sostegno di R&S e innovazione

Le politiche governative attuate in Italia nel quadro del sostegno pubblico volto ad incoraggiare l'innovazione si sono ispirate principalmente ad un approccio di tipo *diffusion-oriented*, caratterizzato da una forte capillarità del sistema degli incentivi pubblici ed orientato principalmente alle attività innovative incrementali.⁴ Infatti, gli interventi di questo tipo perseguono lo scopo di aumentare la capacità innovativa delle imprese attraverso l'adattamento ai cambiamenti tecnologici piuttosto che con l'introduzione di innovazioni radicali. Questo avviene attraverso un'attribuzione di priorità a tutti quegli interventi volti a rafforzare l'infrastrutturazione del sistema, il trasferimento tecnologico e la capacità di assorbimento dei risultati della ricerca da parte delle imprese.

Questo tipo di approccio è particolarmente seguito in quei paesi la cui struttura industriale è costituita principalmente da piccole e medie imprese incapaci, se non con molta difficoltà, ad innovare alla frontiera della tecnologia. Le relazioni e il *networking* fra i diversi attori del sistema,

³ In particolare, si tratta delle leggi 46/82, 488/92, 346/88, 196/97, 49/97. Il Decreto 593/2000 riunisce in un unico testo regolamentare il sistema di agevolazioni alle imprese che investono in R&S, ed elimina dall'ordinamento le precedenti normative in materia. E' stato anche chiarito l'ambito di intervento del MIUR rispetto a quanto di competenza del Ministero dell'Industria (oggi Ministero dello Sviluppo Economico): mentre il primo interviene nelle attività più strettamente di R&S il secondo si concentra sulle attività di prevalente sviluppo pre-competitivo (innovazione).

⁴ Al contrario le politiche *mission-oriented* concentrano l'attenzione sulla leadership strategica internazionale: si mira a sviluppare grandi progetti di ricerca con un livello elevato di concentrazione e accentrato del processo decisionale, anche nella tecnologia. Il finanziamento della R&S si rivolge generalmente a pochi settori industriali nella fase iniziale del ciclo di vita tecnologico e le agenzie pubbliche per la politica tecnologica giocano un ruolo chiave ed hanno un grande potere discrezionale.

realizzate anche attraverso l'aggregazione in *cluster* e distretti, rappresentano quindi una modalità privilegiata per la circuitazione di idee e innovazioni.

Se consideriamo due tipi di innovazione, quello basato sulla ricerca e sviluppo (settori basati sulla scienza, settori basati su economie di scala, settori emergenti come le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, attività formalizzata non finalizzata alla produzione corrente, e quello non basato sulla ricerca e sviluppo (settori tradizionali come il *Made in Italy* e l'industria meccanica strumentale, attività di design, innovazione formale ed estetica, sviluppo tecnico incrementale, innovazione di processo), l'Italia si colloca nella seconda categoria, e anzi, è il leader mondiale in questo tipo di "innovazione senza ricerca" (Bonaccorsi, 2005). Il fatto che il sistema innovativo italiano si caratterizzi per un modello di innovazione a bassa intensità di ricerca, giustifica e spiega in qualche modo la scarsa entità delle risorse investite dalle imprese nelle attività di R&S. Questo è modello attualmente incapace di rispondere alle problematiche della competizione globale e quindi insufficiente ad affrontare le sfide di competitività che le imprese affrontano nei mercati internazionali: per questo motivo è importante comprendere quali siano gli indirizzi di governo e le politiche pubbliche attuate per far fronte a queste sfide.

Un elemento importante per l'analisi e la valutazione delle politiche per la ricerca e l'innovazione riguarda la ripartizione dei ruoli e delle responsabilità tra gli attori nei diversi livelli di governo. Agli attori che operano su scala nazionale, principalmente il MUR e il MISE, sono conferiti gli interventi di ricerca e sviluppo precompetitivo, mentre le amministrazioni regionali si concentrano sugli interventi volti a favorire i processi di innovazione e trasferimento tecnologico nelle PMI.

Se si guarda alle cornici programmatiche entro cui si è realizzato l'intervento pubblico a livello centrale, nell'ultimo decennio i programmi principali sono:

- il Programma Nazionale della Ricerca (PNR),
- il Piano per l'Innovazione la Crescita e l'Occupazione (PICO).

4.1 Il Programma Nazionale della Ricerca

A partire dal 1998 con la riforma del sistema della ricerca si è mirato a dare un orientamento programmatico e coerente alla politica scientifica e tecnologica. Secondo la legge 204/98, il Governo determina nel Documento di Programmazione Economica e Finanziaria (DPEF) gli indirizzi e le priorità strategiche per gli interventi a favore della ricerca scientifica e tecnologica, definisce il quadro delle risorse finanziarie da attivare e assicura il coordinamento con le altre politiche nazionali.

Il PNR è il caposaldo di questo orientamento, in quanto funge da strumento di pianificazione e indirizzo della ricerca nazionale. Viene elaborato dal MIUR ed approvato dal CIPE, che inoltre valuta annualmente lo stato di attuazione del PNR sulla base di una relazione predisposta dal MIUR. Queste relazioni non risultano disponibili, come pure non si è a conoscenza di delibere del CIPE che valutino i risultati. Il Programma Nazionale della Ricerca come previsto nel Decreto 204/98 rappresenta un punto fondamentale nella costruzione della nuova architettura istituzionale del sistema ricerca ed è immaginato come opportunità per un ripensamento sistemico delle politiche scientifiche e tecnologiche del Paese. "Il PNR, con riferimento alla dimensione europea e internazionale della ricerca e tenendo conto delle iniziative, dei contributi e delle realtà di ricerca regionali, definisce gli obiettivi generali e le modalità di attuazione degli interventi alla cui realizzazione concorrono, con risorse disponibili sui loro stati di previsione o bilanci, le pubbliche amministrazioni, ivi comprese, con le specificità dei loro ordinamenti e nel rispetto delle loro autonomie ed attività istituzionali, le università e gli enti di ricerca. Gli obiettivi e gli interventi possono essere specificati per aree tematiche, settori, progetti, agenzie, enti di ricerca, anche prevedendo apposite intese tra le amministrazioni dello Stato" (Art.2).

Tra il 2000 e il 2007 si sono susseguiti tre PNR. La stesura del primo PNR, relativo al periodo 2001-2003, è stata preceduta da un documento preliminare, le Linee Guida del Programma

Nazionale della Ricerca, approvate dal CIPE nella seduta del 25 maggio del 2000 e recepite nel DPEF dello stesso anno, approvato il 29 giugno. Sulla base di queste Linee Guida, nel PNR approvato dal CIPE il 21 dicembre 2000 vengono individuati obiettivi, orientamenti e priorità per la ricerca, vengono identificate tre categorie di azioni prioritarie e gli strumenti finanziari attivati per ciascuna di esse⁵.

In particolare per ogni azione prioritaria il PNR prevede l'utilizzo degli strumenti finanziari attivati presso le diverse amministrazioni:

- Strumenti ordinari per il finanziamento delle istituzioni di ricerca (S.O.),
- Fondo Agevolazione Ricerca (FAR) ex DLgs 297/99,
- Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca (FISR) ex DLgs 204/98,
- Fondo per l'Innovazione Tecnologica (FIT) ex art. 14 L. 46/82 (limitatamente agli aspetti della ricerca collegata all'innovazione tecnologica),
- Fondo per gli Investimenti in Ricerca di Base (FIRB) istituito dalla Legge Finanziaria 2001,
- altri fondi istituiti dalla Legge Finanziaria 2001 presso i Ministeri delle Infrastrutture e Trasporti, dell'Ambiente e Tutela del Territorio, delle Attività Produttive, delle Politiche Agricole e Forestali per interventi di cui siano parte integrante investimenti in ricerca e sviluppo.

⁵ Per quanto riguarda le azioni strategiche nelle linee guida vengono individuate tre tipologie che saranno riprese ed integrate nel PNR:

- Azioni di natura strutturale con ritorni sul medio-lungo periodo:
 - rafforzamento ricerca di base libera (*curiosity driven*) e infrastrutture di ricerca: in particolare attraverso questo tipo di interventi si mira a rimuovere la causa della debolezza del sistema della ricerca di base, ad esempio valorizzando i giovani ricercatori e migliorando il coordinamento, il collegamento e il potenziamento delle infrastrutture di ricerca;
 - progetti strategici per tecnologie pervasive multisettoriali: il nucleo forte degli interventi strutturali previsti dal PNR è costituito da undici programmi strategici definiti in relazione ai quattro macro-obiettivi *Qualità della vita, Crescita competitiva sostenibile, Ambiente ed energia, Le civiltà mediterranee nel sistema globale*. I programmi strategici individuati per le macro aree sono: Post-Genoma, Nuova Ingegneria Medica, Neuroscienze, Qualità Alimentare e Benessere, Tecnologie Abilitanti per la Società della Conoscenza, Nanotecnologie, Microtecnologie e Sviluppo Integrato dei materiali, Sviluppo Sostenibile e Cambiamenti Climatici, Nuovi Sistemi di Produzione e Gestione dell'Energia, Eredità e Prospettive nelle Scienze Umane, Scienza e Tecnologia nella Società della Conoscenza, Tutela dei Diritti e della Sicurezza dei Cittadini.
 - centri di eccellenza.
- Azioni con ritorni sul breve-medio periodo:
 - spin-off e formazione imprenditoriale;
 - potenziamento tecnico-scientifico del sistema produttivo;
 - servizi scientifici e tecnici per salute, territorio, ambiente e clima.
- Azioni trasversali:
 - internazionalizzazione e Paesi in via di sviluppo;
 - valutazione, monitoraggio e management della Ricerca;
 - diffusione cultura scientifica e promozione collegamento tra scienze esatte e scienze umane;
 - valorizzazione del decentramento del trasferimento tecnologico e della diffusione dell'innovazione.

Nel Prospetto 1 vengono indicati schematicamente interventi e strumenti che riguardano le azioni prioritarie.

Prospetto 1. Strumenti e azioni previste nel PNR 2000-2002

Azioni	Strumenti di finanziamento		
	Esistenti		Da istituire
	Mono amministrazione	Pluri amministrazione	Mono amministrazione
<i>1. Azioni strutturali con ritorno nel medio e lungo periodo</i>			
Rafforzamento ricerca di base e infrastrutture di ricerca			FIRB
Progetti strategici per tecnologie pervasive multisetoriali	FAR(1)	FISR	FIRB
Centri di eccellenza	FAR	FISR	FIRB
<i>2. Azioni con ritorno nel breve e medio periodo</i>			
Spin-off e formazione imprenditoriale	S.O. + FAR + FIT	FISR	
Potenziamento tecnico-scientifico del sistema produttivo	FAR + FIT		
Servizi scientifici e tecnici per salute e ambiente	S.O. + FIT	FISR	
<i>3. Azioni trasversali</i>			
Internazionalizzazione e PVS	S.O.		
Valutazione, monitoraggio e management della ricerca	S.O.		
Diffusione cultura scientifica e promozione collegamento tra scienze esatte e scienze umane	S.O.		
Valorizzazione del decentramento del trasferimento tecnologico e della diffusione dell'innovazione	S.O.		

Fonte: Linee Guida del Programma Nazionale della Ricerca, 2000

A livello finanziario, sono indicati gli investimenti previsti per conseguire l'obiettivo di riferimento: quello di raggiungere a fine periodo (entro il 2006) il valore di 1,87% del PIL per l'investimento totale in ricerca di cui la metà finanziata dalle imprese, e il corrispondente equilibrio tra risorse pubbliche e risorse private. Nella Tabella 1 vengono riportate le dinamiche dell'investimento pubblico e privato per i successivi sei anni, divise in due periodi intermedi di tre anni ciascuno.

Tabella 1. La dinamica degli investimenti per R&S previsti nel periodo 2000-2006 (miliardi di lire)

Anno	Pubblico		Privato		Totale		% sul PIL	Quota pubblica	Quota privata
	Ammontare	Incrementi annuali	Ammontare	Incrementi annuali	Ammontare	Incremento %			
2000	13.000	-	10.000	-	23.000	-	1,03	0,565	0,435
2001	17.000	4.000	10.500	500	27.500	19,6	1,23	0,62	0,39
2002	19.000	2.000	11.235	735	30.235	31,5	1,35	0,63	0,37
2003	21.000	2.000	12.359	1.124	33.359	45,0	1,49	0,63	0,37
2004	22.000	1.000	14.089	1.730	36.089	56,9	1,62	0,61	0,39
2005	22.000	0	16.766	2.677	38.766	68,5	1,74	0,57	0,43
2006	21.000	-1.000	20.789	4.024	41.789	81,7	1,87	0,50	0,50

Fonte: Linee Guida del Programma Nazionale della Ricerca, 2000

Per quanto riguarda la programmazione nel periodo 2003-2006, sono state elaborate le Linee guida per la politica scientifica e tecnologica del Governo, approvate dal CIPE il 19 aprile 2002. Anche se nella delibera citata è presente più volte il rimando al documento programmatico che dalle Linee Guida sarebbe dovuto scaturire, dall'archivio delle delibere CIPE successive e dal sito del MIUR non risulta presente il PNR per il periodo 2003-2005⁶, che il CIPE avrebbe dovuto approvare.

Ad ogni modo, considerando come documento programmatico proprio le Linee Guida, emergono gli indirizzi e le priorità programmatiche delle politiche per la ricerca: si identificano indirizzi strategici⁷, aree prioritarie e quattro assi strategici che assicurino uno sviluppo equilibrato di tutte le attività di ricerca che concorrono a generare innovazione. Nel documento viene presentato il quadro di riferimento, in cui vengono individuate le caratteristiche dello scenario entro cui viene delineata la politica del governo:

- globalizzazione e competizione, in cui viene analizzato il quadro internazionale e vengono presentati i grandi mutamenti avvenuti nella scena mondiale;
- integrazione europea e competizione interna, riguardante obiettivi e programmi della strategia comunitaria;
- le grandi tendenze scientifiche e tecnologiche, con la crescita impetuosa di settori produttivi per i quali l'innovazione è organicamente incardinata sulla

⁶ Nella premessa alle Linee guida si legge: "Sulla base delle Linee Guida, il Ministro definirà, anche attraverso una fase di presentazione e acquisizione di pareri e indicazioni operative dei diversi soggetti interessati - dalla comunità scientifica, alle imprese, agli utenti nelle loro diverse aggregazioni e alle Regioni per gli aspetti di rispettiva competenza - il documento articolato di programmazione che costituirà il Programma Nazionale della Ricerca per il successivo triennio e che sarà sottoposto al CIPE per l'approvazione. La scelta di formulare a questo stadio nuove Linee Guida anziché procedere immediatamente alla stesura del documento di dettaglio corrisponde all'esigenza di esporre i nuovi indirizzi della politica della ricerca del Governo, per sottolineare, in vista del prossimo DPEF, le nuove strategie e i nuovi meccanismi di intervento, in grado di superare i limiti e le difficoltà operative della impostazione precedente." (p.4)

⁷ Gli indirizzi strategici sono:

- l'accrescimento della dimensione e delle qualità del sistema scientifico nazionale;
- il sostegno alla capacità del sistema produttivo ad utilizzare la ricerca e l'innovazione come fonti di vantaggio competitivo;
- lo stimolo al sistema della ricerca ad affiancare la modernizzazione del sistema produttivo nazionale.

scienza e sulla tecnologia: biotecnologie, nanotecnologie, nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT);

- il posizionamento del sistema Italia, in cui si evidenziano punti di forza e di debolezza del nostro paese.

I quattro assi di intervento sono:

- Asse I – Avanzamento della frontiera della conoscenza: attraverso l'investimento nella ricerca di base;
- Asse II – Sostegno della ricerca orientata allo sviluppo di tecnologie chiave abilitanti a carattere multisettoriale: ricerca *mission-oriented* (bioscienza, nanoscienza, incoscienza), ma anche integrazione tra il sistema di ricerca pubblico e le imprese, nella prospettiva di sviluppare laboratori pubblico-privati e poli di eccellenza;
- Asse III – Potenziamento delle attività di ricerca industriale, e relativo sviluppo tecnologico, finalizzate ad aumentare la capacità delle imprese a trasformare conoscenze e tecnologie in prodotti e processi a maggiore valore aggiunto: rafforzamento di collaborazioni tra pubblico e privati;
- Asse IV: Promozione della capacità d'innovazione nei processi e nei prodotti delle piccole e medie imprese e creazione di aggregazioni sistemiche a livello territoriale.

Nelle Linee Guida viene fornito un quadro degli investimenti pubblici aggiuntivi per il potenziamento del sistema nazionale della ricerca attraverso un quadro delle risorse finanziarie per gli anni 2003-2006 per ciascuno degli assi. L'obiettivo è quello di elevare i finanziamenti assegnati al sistema ricerca da parte del settore pubblico negli anni 2003-2006, dallo 0,6% all'1% del PIL, in quanto allineato con i valori degli investimenti pubblici rispetto al PIL degli altri paesi industrializzati (Tabella 2).

Tabella 2. Incremento negli investimenti dello Stato in R&S per il 2003-2006 rispetto al 2002 secondo le Linee Guida (milioni di euro)

	Intervento	2003	2004	2005	2006	% sul totale
Medio-lungo periodo	Asse I – Avanzamento della frontiera della conoscenza:	270	305	450	600	11,5
	Asse II – Sostegno della ricerca orientata allo sviluppo di tecnologie chiave abilitanti a carattere multisettoriale	440	900	1.775	2.040	36,4
Breve-medio periodo	Asse III – Potenziamento delle attività di ricerca industriale e delle collaborazioni pubblico-private	670	1.125	2.135	2.400	44,7
	Asse IV – Programmi di collaborazione a livello territoriale	115	225	365	360	7,5
<i>Totale</i>		1.495	2.555	4.725	5.400	100
<i>Incremento previsto rispetto al 2002 del rapporto spese in R&S /PIL (*)</i>		+0.11	+0.19	+0.35	+0.40	-

* PIL attualizzato al tasso di incremento annuo del 2,5%

Fonte: Linee guida per la politica scientifica e tecnologica del Governo, 2003-2006

Gli interventi e strumenti previsti vengono declinati per ciascun asse, in particolare vengono identificati i relativi strumenti finanziari (Prospetto 2).

Prospetto 2. I principali interventi e strumenti per l'utilizzo dei fondi di ricerca

Intervento	Strumento
Asse I – Avanzamento della frontiera della conoscenza	PRIN Centri d'eccellenza Dottorati di ricerca Borse post-doc Grandi apparecchiature FOE
Asse II – Sostegno della ricerca orientata allo sviluppo di tecnologie chiave abilitanti a carattere multisettoriale	FIRB FISR FOE Accordi bilaterali
Asse III – Potenziamento delle attività di ricerca industriale e delle collaborazioni pubblico-private	FAR FIT Ricerca sanitaria finalizzata
Asse IV – Programmi di collaborazione a livello territoriale	Accordi di programma e altri interventi per incrementare la collaborazione nei progetti a livello regionale

Fonte: Linee guida per la politica scientifica e tecnologica del Governo 2003-2006

Il terzo PNR, quello relativo al triennio 2005-2007, è stato definito sulla base delle precedenti Linee Guida. In questo documento programmatico vengono individuate azioni strategiche e obiettivi per sostenere lo sviluppo della ricerca sia pubblica che privata, ma mancano sia un orizzonte temporale predefinito che una chiara definizione degli strumenti finanziari, elementi che denotano la carenza e la scarsa qualità programmatica di questo documento, come evidenziato anche dal CIPE⁸. Inoltre la definizione della programmazione degli interventi in materia di ricerca viene elaborata sulla base delle Linee Guida risalenti al 2002, basate su dati e valutazioni non aggiornati. Anche gli assi di intervento ricalcano quelli proposti nelle Linee Guida.

Le azioni strategiche del terzo PNR volte al sostegno della ricerca sia pubblica che privata sono:

- rafforzare la base scientifica del Paese, sostenendo l'eccellenza, il merito, l'internazionalizzazione, la crescita e la valorizzazione del capitale umano attraverso il sostegno alla ricerca libera (temi proposti dai soggetti stessi) e la ricerca di base orientata (ricerca *mission-oriented*);
- potenziare il livello tecnologico del sistema produttivo a sostegno della sua competitività attraverso interventi automatici (leva fiscale) e programmi nazionali, differenziati per settori produttivi, con priorità per settori *export-oriented* e settori high-tech, distretti tecnologici in accordo con le Regioni;
- sostenere la partecipazione attiva del sistema nazionale della ricerca nei programmi dell'Unione Europea e negli accordi internazionali.

Nel PNR viene riconosciuta la necessità di ricorrere ad un approccio di tipo *mission-oriented* nelle politiche per la ricerca, e si identifica nel lancio di 12 programmi strategici il fattore decisivo per orientare la ricerca verso quei settori che possono far avanzare la frontiera della conoscenza e incentivare la collaborazione fra soggetti pubblici e privati. Nell'ambito delle risorse destinate

⁸ Delibera CIPE del 18 marzo 2005 "Approvazione degli indirizzi strategici del Programma Nazionale Ricerca – Periodo 2005 – 2007 D.Lgs. n. 204/98"

alla ricerca dal Decreto legge "Piano d'azione per lo sviluppo economico, sociale e territoriale"⁹ sono previsti:

- la realizzazione di dodici programmi strategici di ricerca (dieci individuati dal PNR e due aggiunti dal CIPE¹⁰) che prevedono azioni coordinate tra sistema pubblico e industriale, anche in collaborazione con paesi industrialmente avanzati, e sono mirati a specifiche aree strategiche: salute, farmaceutica, biomedicale, sistemi avanzati di manifattura, motoristica, cantieristica ed aeronautica, materiali avanzati (ceramica), telecomunicazioni, agroalimentare, trasporti e logistica avanzata, ICT e componentistica elettronica, risparmio energetico e microgenerazione;
- il potenziamento dei distretti tecnologici;
- il potenziamento della ricerca da parte delle PMI;
- la disponibilità del fondo di capitale di rischio per lo spin-off della ricerca.

Nel luglio 2005, con Decreto ministeriale, è stato pubblicato l'invito alla presentazione di idee progettuali relativamente ai grandi programmi strategici. Questi sono concepiti come un insieme di azioni di ricerca di base, di ricerca industriale, di sviluppo precompetitivo, di formazione di capitale umano di eccellenza, che perseguono sinergicamente obiettivi di breve-medio periodo (in particolare attraverso attività di ricerca industriale e di sviluppo precompetitivo) e obiettivi di medio-lungo periodo (in particolare, attraverso attività di ricerca di base).

Gli intenti programmatici relativi ai grandi programmi strategici, e considerati come requisiti necessari affinché le politiche di tipo *mission-oriented* siano efficaci, sono i seguenti:

- la selettività degli obiettivi e degli interventi, che presuppone una visione strategica di medio-lungo periodo che indirizzi le risorse verso aree prioritarie per la ricerca di frontiera, e coordini gli interventi per la ricerca applicata e di inseguimento,
- la focalizzazione, che richiede la definizione chiara di programmi che siano i catalizzatori dello sforzo scientifico del paese,
- il coordinamento attraverso azioni complementari al mero finanziamento come le politiche della domanda, programmi di formazione e di infrastrutturazione,
- la partecipazione della programmazione, che sappia coinvolgere gli attori del sistema e coniughi approcci di tipo *top-down* e *bottom-up*,
- la valutazione e la meritocrazia.

Da una prima valutazione emerge che, nonostante le intenzioni declinate nel PNR 2005-2007, questi requisiti siano stati elusi. Infatti i programmi strategici individuati nel PNR fanno riferimento ad aree di ricerca molto generiche e che abbracciano molti settori. Per quanto riguarda i meccanismi di valutazione non si riscontra nessun meccanismo di valutazione ex-post e di riallocazione dinamica delle risorse (Colombo et al, 2006).

Nell'ambito delle Linee Guida delineate nel PNR, i maggiori programmi di finanziamento pubblico in R&S gestiti dal Ministero dell'Università e Ricerca (MIUR) si articolano in due linee: la ricerca pubblica e accademica che sostiene le istituzioni nel loro complesso, e la ricerca pubblica e privata che finanzia iniziative programmatiche.

La ricerca pubblica e accademica viene finanziata mediante due fondi: il Fondo per il Finanziamento Ordinario delle università ed il Fondo per gli Enti Pubblici di Ricerca.

Il Fondo per il Finanziamento Ordinario (FFO) è il principale fondo con cui il governo finanzia l'Università; si compone di due parti: una "quota base" ed una "quota di riequilibrio". La quota base viene attribuita automaticamente alle Università, la quota di riequilibrio è invece assegnata sulla base di parametri quantitativi. Il criterio definito dal PNR prevede come indicatori e quote di assegnazione:

⁹ Decreto-legge 14 marzo 2005, n. 35 "Disposizioni urgenti nell'ambito del Piano di azione per lo sviluppo economico, sociale e territoriale" (il cosiddetto Decreto competitività), convertito nella legge 80/2005.

¹⁰ delibera CIPE del 15/07/2005

- 30% delle risorse allocate per numero iscritti
- 30% delle risorse allocate seguendo l'indicatore di produttività didattica
- 30% delle risorse allocate in rapporto a capacità e qualità scientifica
- 10% incentivi al cambiamento.

Il FFO rappresenta il 60% circa delle entrate del sistema universitario (Tabella 3); altre entrate sono quelle derivanti da progetti di ricerca condotti dalle università che partecipano ai bandi FIRB, PRIN (Tabella 4) anche se per una quota piuttosto bassa.

Tabella 3. Entrate del sistema universitario. Anni 2001-2005

Entrate	2001		2002		2003		2004		2005	
	milioni di euro	%								
FFO	6.011	61,5	62.010	59,8	6.268	59,8	6.452	58,9	6.894	58,2
Entrate finalizzate da MIUR (PRIN, FIRB)	537	5,5	390	3,8	429	4,1	406	3,7	415	3,5
Altro	3.217	33	3.786	36	3.777	36	4.097	37	4.532	38
Totale	9.765	100	10.386	100	10.474	100	10.955	100	11.841	100

Fonte: CNVSU

Fondo per gli Enti Pubblici di Ricerca (FOE) eroga finanziamenti ai vari Enti pubblici di Ricerca posti sotto la vigilanza del MIUR: il CNR, l'Osservatorio Geofisico Sperimentale, l'Istituto Nazionale di Fisica della Materia, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Il bilancio viene stanziato su base annuale dalla Legge Finanziaria. Secondo i nuovi criteri di ripartizione fissati dal PNR, il finanziamento riguarda progetti coerenti con le scelte del PNR, focalizzati su tematiche interdisciplinari, in grado di attivare un forte partenariato pubblico privato, raccordati alle esigenze di sviluppo dei sistemi socio-economici locali.

La ricerca pubblica e privata (imprese, centri di ricerca privati) viene finanziata attraverso i seguenti strumenti: i Programmi di Ricerca di Interesse Nazionale, il Fondo Integrativo Ricerca di Base, il Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca, il Fondo per le Agevolazioni alla Ricerca, il Programma Operativo Nazionale.

I Programmi di Ricerca di Interesse Nazionale (PRIN) finanziano su base annuale specifici progetti di ricerca accademici. Questi progetti vengono co-finanziati dalle Università in una percentuale variabile che viene fissata nel momento in cui viene pubblicato il bando. L'argomento del progetto, i programmi e i metodi utilizzati sono una libera scelta del soggetto proponente.

Il Fondo Integrativo Ricerca di Base (FIRB) è il principale strumento a supporto delle attività di ricerca di base, finanzia cioè le attività che mirano all'ampliamento delle conoscenze scientifiche e tecniche non connesse a immediati e specifici obiettivi commerciali o industriali, con l'obiettivo di incrementare la conoscenza scientifica e tecnica del paese. Il fondo, gestito dal MIUR, ha anche lo scopo di rafforzare le interazioni tra i principali attori pubblici e privati, e di supportare il raggruppamento (*clustering*) in centri di elevata qualità scientifica. In particolare attraverso il FIRB vengono finanziate iniziative volte a sviluppare la rete di laboratori pubblico-privati

finalizzati alla ricerca di base *mission-oriented (joint labs)*, e a sostegno degli *international joint-research labs* previsti in accordi internazionali¹¹.

Il Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca (FISR) finanzia progetti specifici di interesse strategico di una pluralità di amministrazioni dello Stato, sulla base del PNR. I progetti possono essere presentati sia da Università e centri di ricerca pubblici che da strutture private (anche in collaborazione fra loro) e imprese¹².

Il Fondo per le Agevolazioni alla Ricerca (FAR) fornisce supporto finanziario alle attività di ricerca industriale e sviluppo pre-competitivo realizzate dalle imprese in collaborazione con le Università al fine di sviluppare nuovi prodotti o processi. Le iniziative finanziabili sono regolate secondo tre tipologie procedurali: automatica, valutativa, negoziale. Il FAR sostiene le attività di ricerca attraverso l'intervento combinato di contributi a fondo perduto e di credito agevolato.

Il Programma Operativo Nazionale (PON) "Ricerca Scientifica, Sviluppo Tecnologico e Alta Formazione" 2000-2006 è co-finanziato attraverso i Fondi Strutturali UE. La programmazione 2000-2006 gestita dal MIUR attraverso il PON ha indirizzato i programmi di ricerca nelle regioni Obiettivo I e si colloca all'interno della più ampia strategia "Piano di Sviluppo per il Mezzogiorno".

Il PNR non tratta le azioni inerenti alla promozione dei processi di innovazione a favore delle imprese, che vengono ricondotti nell'ambito del Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), il quale gestisce il Fondo per l'Innovazione Tecnologica ed il Programma Operativo Nazionale.

Il Fondo per l'Innovazione Tecnologica (FIT) è un fondo rotativo gestito dal MISE per finanziare le attività di ricerca legate all'innovazione tecnologica. È stato creato per rafforzare la ricerca industriale e lo sviluppo tecnologico ad essa collegato con uno sguardo al miglioramento della capacità di tradurre conoscenze e tecnologie in nuovi prodotti, processi e servizi ad elevato valore aggiunto. Il fondo prevede un insieme di contributi, finanziamenti agevolati e credito bancario.

Il Programma Operativo Nazionale (PON) "Sviluppo Imprenditoriale Locale" 2000-2006 è il complesso di interventi nell'ambito del processo di programmazione dei Fondi Strutturali gestito dal Ministero dello Sviluppo Economico al fine di promuovere la crescita e il consolidamento del tessuto imprenditoriale del Mezzogiorno. Si articola in quattro misure: legge 488/92, Pacchetto Integrato Innovazione (PIA), PIA Formazione, Assistenza tecnica¹³. In particolare il PIA è un intervento finalizzato alla concessione di agevolazioni finanziarie alle imprese che intendono promuovere iniziative organiche e complete su base pluriennale. Per accedere alle diverse agevolazioni concedibili le imprese presentano un'unica domanda sia per lo sviluppo precompetitivo che per lo sviluppo industriale dei risultati nell'ambito di iniziative attivate nel Mezzogiorno. Ciò permette di semplificare notevolmente le procedure agevolative. Per il 2007-2013 il MIUR e il MISE hanno presentato un unico PON "Ricerca e Competitività" che verrà realizzato congiuntamente.

Indicazioni sulle politiche degli stanziamenti per Università e Ricerca a livello nazionale sono inoltre contenute nel Documento di Programmazione Economica e Finanziaria (DPEF) e nella Legge Finanziaria, che determina anche l'effettiva entità delle risorse statali disponibili per le attività di ricerca ordinarie.

Infine, va sottolineato che ad oggi non sia stato ancora presentato il PNR 2008-2010, a testimonianza di come l'impegno del Governo sul fronte della programmazione degli interventi in materia di ricerca si sia affievolito nel corso del tempo. Questo fatto è ancora più grave considerando che l'Italia è il paese europeo che meno si impegna nella ricerca, e che l'Europa

¹¹ In particolare la ricerca di base *mission oriented* di medio-lungo periodo si occupa di: Concentrazione su punti di forza e su settori strategici, Convergenze multidisciplinari, Collaborazione pubblico-privato (*joint-labs*), *spin-off* e *start-up* di nuove imprese ad alta tecnologia, Sostegno a *international joint-research labs*, Realizzazione presso le Università di *Industrial Liaison Office* e incubatori (PNR, Quadro di sintesi, p.14).

¹² Gli interventi da finanziare vengono determinati secondo il disposto della Legge 370/99 ("Disposizioni in materia di università e di ricerca scientifica e tecnologica", art. 10 comma 1 lettera d).

¹³ www.ponsviluppocale.it

ha individuato nella conoscenza la chiave per la crescita e lo sviluppo dell'area, e ha basato sulla ricerca e l'innovazione il raggiungimento degli obiettivi della strategia di Lisbona.

Uno degli orientamenti che hanno contraddistinto la gestione delle politiche pubbliche degli ultimi anni in materia di R&S è stato quello della razionalizzazione delle risorse e di ricomposizione del quadro frammentato di tutte le misure di incentivazione presenti in materia, al fine di garantire una maggiore efficacia del sistema. Nella Legge Finanziaria del 2007 il processo di riorganizzazione dei finanziamenti è stato supportato attraverso la creazione di un nuovo fondo unico per gli investimenti nella ricerca scientifica e tecnologica, il Fondo per gli Investimenti nella Ricerca Scientifica e Tecnologica (FIRST). Il Fondo raccoglie l'eredità e le risorse dei quattro fondi in precedenza gestiti dal MUR, e cioè il fondo PRIN, il fondo FIRB, il fondo FAR e la quota del FAS gestita dal MUR. Il FIRST quindi dovrebbe sostenere sia le attività accademiche che quelle proposte dalle imprese, sia le attività di ricerca di base che applicata.

Oltre alle risorse confluite nel FIRST dai fondi che lo compongono, la Legge Finanziaria 2007 ha incrementato il FIRST di 300 milioni per ciascuno degli anni 2007 e 2008 e di 360 milioni di euro per l'anno 2009.

Il FIRST non risulta ancora operativo, in quanto non sono ancora stati stabiliti i criteri di ripartizione delle risorse, i criteri di accesso e le modalità di utilizzo e gestione del Fondo, che sono ancora in corso di definizione da parte del Ministero dell'Università e della Ricerca.

4.2 Il PICO – Piano per l'innovazione, la crescita e l'occupazione¹⁴

A seguito del rilancio della Strategia di Lisbona avvenuto nel 2005, i paesi europei hanno elaborato un piano di attuazione per il raggiungimento degli obiettivi, il Piano Nazionale di Riforma, che viene formulato sulla base delle linee guida elaborate dalla Commissione¹⁵.

Inoltre, per valutare i progressi in merito alla strategia, a partire dal 2006 nell'autunno di ogni anno gli Stati membri sono tenuti a preparare un rapporto sullo stato di attuazione dei piani nazionali per la crescita e l'occupazione. La Commissione europea ha il compito di analizzarli e sintetizzarli in un rapporto più generale sullo stato di attuazione della Strategia di Lisbona nell'Unione Europea da presentare a gennaio di ogni anno. Sulla base di questi rapporti, la Commissione può proporre al Consiglio eventuali emendamenti agli orientamenti integrati per la crescita e l'occupazione. In Italia il piano elaborato è il Piano per l'innovazione, la crescita e l'occupazione (PICO), risultato di un'ampia consultazione tra il governo, le parti sociali ed i maggiori economisti italiani. Ad oggi il governo italiano ha presentato due rapporti sullo stato di attuazione¹⁶.

Gli obiettivi prioritari delineati nel PICO sono cinque, uno dei quali è la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica¹⁷ (Tabella 4).

¹⁴ Il PICO è consultabile sul sito <http://www.politichecomunitarie.it/attivita/48/programma-nazionale-di-riforma>

¹⁵ Anche la Commissione ha elaborato un piano per la crescita e l'occupazione, contenente le azioni di competenza dell'Unione, complementari a quelle contenute nei programmi nazionali e comunque convergenti verso i medesimi obiettivi della Strategia di Lisbona.

¹⁶ I rapporti sullo stato di attuazione si possono scaricare su <http://www.politichecomunitarie.it/attivita/49/stato-di-attuazione>

¹⁷ Anche nell'obiettivo I, che consiste nell'ampliamento dell'area di libera scelta dei cittadini e delle imprese, sono contemplate (fra gli interventi di validità generale) misure volte a "rafforzare la base produttiva", come:

- la riforma del sistema di incentivi,
- l'istituzione del Fondo per il rilancio delle imprese,
- il rafforzamento del mercato del venture capital,
- la tutela brevettale delle imprese,
- la normativa UE relativa agli aiuti alle imprese in materia di innovazione.

Tabella 4. Costi e stanziamenti per gli interventi del PICO (milioni di euro)

Priorità	Stanziati fino al 2005 (milioni di euro)	Stanziamenti nel triennio 2006-2008 (milioni di euro)	Nuovi Fondi PICO (milioni di euro)	Totale costo (milioni di euro)
Ampliare l'area di libera scelta dei cittadini e delle imprese	600	217	1.323	2.140
Incentivare la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica	4.334	903	4.088	9.325
Rafforzare la formazione del capitale umano	956	193	407	1.557
Adeguare le infrastrutture materiali ed immateriali	23.645	2.503	5.236	31.385
Tutelare l'ambiente	353	17	1.717	2.086
Totale	29.888	3.833	12.771	46.493

Fonte: PICO

Le risorse finanziarie pubbliche messe al servizio del Piano sono in parte già incorporate negli stanziamenti di cassa previsti in bilancio fino al 2005 e in quelli di competenza previsti per il triennio 2006-2008, nonché nelle dotazioni aggiuntive per la politica di coesione comunitaria e, per la parte aggiuntiva, da fondi provenienti dalla cessione di attività reali dello Stato stimati nell'ordine dell'1% del PIL per il triennio di Piano (equivalenti a 13 miliardi di euro), di cui 3 miliardi nel 2006 (Tabella 4). Complessivamente, nel triennio 2005-2008, il bilancio statale italiano mette a disposizione, per il rilancio della Strategia di Lisbona, complessivi 46 miliardi di euro, di cui oltre 12 miliardi a carico del nuovo fondo PICO e dunque aggiuntivi rispetto ai precedenti stanziamenti.

I provvedimenti di natura generalizzata del PICO per quanto riguarda la ricerca e l'innovazione riguardano:

a) il riordino del sistema di ricerca nazionale mediante:

- l'adeguando della missione e della struttura organizzativa del sistema pubblico di ricerca;

Inoltre anche gli interventi di politica di coesione regionale finalizzati al riequilibrio economico e sociale hanno previsto dei contributi: per il 2006-2008 sono programmate disponibilità fino a 15 miliardi di euro annui, di cui 7 per il FAS. In relazione agli obiettivi del PICO che interessano la R&S e l'innovazione i principali interventi sono:

- per l'Obiettivo I: riforma del sistema di incentivi;
- per l'Obiettivo II: interventi per rafforzare la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica. Il 15% circa dei fondi comunitari totali 2000-2006 (per circa 3 miliardi di euro), e il 4,6% (per oltre 3 miliardi di euro) dei fondi regionali nazionali per Mezzogiorno e Centro-Nord attribuiti tra il 2000 e il 2004 sono destinati alla ricerca e all'innovazione. In particolare, sono in corso di attuazione:

> il finanziamento di progetti d'investimento in R&S nelle aree sottoutilizzate, a carico del Fondo rotativo per il sostegno alle imprese, istituito con la Legge Finanziaria 2005;

> le iniziative coordinate tra sistema pubblico e sistema industriale italiano;

> la creazione di distretti di alta tecnologia;

il sostegno di progetti presentati da imprese industriali, anche congiuntamente a soggetti pubblici, per l'innovazione di prodotto e di processo e per lo sviluppo di tecnologie digitali;

> il rilancio della ricerca strategica di base da parte di università e di enti pubblici di ricerca.

- la ridefinizione del sistema di ripartizione dei finanziamenti ordinari alle università basata sulla valutazione dei risultati ottenuti in termini di esiti formativi e attività di ricerca;
- l'attuazione del Piano spaziale nazionale.

b) gli incentivi alla spesa in R&S mediante:

- la proroga delle agevolazioni per le spese in ricerca e sviluppo (L. 326/03), deducendone una quota dal reddito d'impresa;
- l'introduzione di misure per favorire il "rientro dei cervelli", quali: concessione di bonus fiscali per i ricercatori che rientrano in Italia, abolendo l'IRAP sui costi sostenuti limitando al 10% l'imposizione IRPEF; la destinazione di una quota del Fondo di finanziamento ordinario delle università alla stipula di contratti con stranieri o italiani all'estero, per condurre in Italia specifici progetti di ricerca (D.M. 18/05);
- l'anticipazione dell'incremento delle retribuzioni dei ricercatori universitari (L. 43/05);
- la concessione di bonus fiscali per i costi del personale delle imprese addetto alla ricerca e sviluppo, abolendo l'IRAP integralmente e in via definitiva (Legge Finanziaria 2005);
- la mobilitazione dei prestiti agevolati della BEI a sostegno di progetti di R&S di grandi dimensioni.

c) l'innovazione e il trasferimento tecnologico mediante:

- il potenziamento degli *Industrial Liaison Office* (ILO) quali strutture di interconnessione tra Università e sistema produttivo per esigenze di ricerca e di innovazione al fine di favorire trasferimenti tecnologici;
- il rifinanziamento e la razionalizzazione del Fondo per l'Innovazione Tecnologica e la costituzione di un Fondo per la partecipazione al capitale di rischio delle imprese high-tech;
- il sostegno dell'innovazione industriale agevolando l'evoluzione delle imprese di minore dimensione verso organizzazioni a più elevato valore aggiunto, potenziando il progetto RIDITT¹⁸ per il trasferimento tecnologico alle imprese e i distretti industriali, anche coinvolgendo i governi regionali;
- la definizione di un metodo per il "rating tecnologico" condiviso da imprese, istituzioni della ricerca e istituzioni bancarie e finanziarie per valutare il merito di credito di attivi immateriali aventi contenuto tecnologico;
- il potenziamento dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) per sviluppare progetti di ricerca idonei a produrre innovazione tecnologica. Sono stati avviati programmi scientifici nei settori delle neuroscienze, nanobiotecnologie e robotica;
- la creazione di un forum dell'innovazione tra le principali industrie ICT operanti in Italia, allo scopo di agevolare il recepimento nei processi produttivi e di consumo delle tecnologie ICT;
- la costituzione di un ente unico di certificazione di laboratori e imprese al posto dei tre attualmente esistenti.

Altre misure sono la partecipazione alle piattaforme tecnologiche settoriali europee, la realizzazione di piattaforme tecnologiche ad iniziativa italiana, i Memoranda di intesa per programmi di ricerca con partner esteri.

Progetti specifici nell'ambito del PICO sono:

- la realizzazione di dodici programmi strategici di ricerca (dieci individuati dal PNR e due aggiunti dal CIPE¹⁹) che prevedono azioni coordinate tra

¹⁸ Rete Italiana per la Diffusione dell'Innovazione e il Trasferimento Tecnologico alle imprese, www.riditt.it

¹⁹ delibera CIPE del 15/07/2005

- sistema pubblico e industriale, anche in collaborazione con paesi industrialmente avanzati, e sono mirati a specifiche aree strategiche;
- la realizzazione di dodici laboratori dedicati per il Mezzogiorno al fine di promuovere sinergie tra università e imprese nella promozione dell'innovazione e del trasferimento tecnologico nei seguenti settori: diagnostica medica avanzata, energia solare termica ad alta temperatura, sistemi avanzati di produzione, e-business con applicazioni nei settori agroalimentare, nel turismo, nei beni culturali e nei nuovi prodotti, biotecnologie per l'identificazione di nuovi farmaci antifettivi, genomica applicata al miglioramento e alla certificazione di specie vegetali di rilevante interesse economico specifico, materiali polimerici di interesse elettronico per la realizzazione di nuovi chip, bioinformatica applicata alla genomica, nuovi materiali e nei metodi di progettazione per il settore ferroviario e dei vettori di medie dimensioni, efficacia dei farmaci negli animali e nell'uomo, open source del software, analisi della crosta terrestre per la mitigazione del rischio sismico e lo sfruttamento dei fluidi sotterranei;
 - rafforzamento dei laboratori pubblico-privati già operanti nel centro-nord in settori come la difesa del territorio, materiali avanzati, ingegneria tissutale, bioinformatica;
 - ricerca oculistica avanzata;
 - iniziative di rilevanza strategica aventi ricadute tecnologiche e sociali (sicurezza, settore aerospaziale, Fremm²⁰, Eurofighter²¹, settore navalmeccanico);
 - iniziative su ricerca di base.

Nel rilancio della Strategia oltre all'elaborazione del Piano Nazionale di riforma è stato stabilito che i paesi membri avrebbero annualmente provveduto ad elaborare un rapporto sullo stato di attuazione del piano di rilancio. È possibile dunque verificare cosa è stato fatto in Italia rispetto agli obiettivi strategici definiti sopra e quante risorse sono state impiegate.

Dal Rapporto 2007 non è chiaro come siano state stanziare le risorse e se gli impegni presi siano stati mantenuti. Allo stesso tempo non è chiaro in quale misura il PICO ha apportato risorse finanziarie aggiuntive destinate a progetti per ricerca e innovazione. Per quanto riguarda i 12 programmi strategici mission-oriented, il cuore sia del PNR che del PICO, emerge che nel 2005 sono pervenute 744 idee progettuali per un costo complessivo di 10.413 milioni di euro. Lo stanziamento previsto per la realizzazione dei 12 programmi era di 1600 milioni di euro di cui 500 a carico del nuovo fondo PICO: risultano ad oggi provvisoriamente ammessi al finanziamento 117 dei 130 progetti presentati, per un costo ammesso complessivo di 894 milioni di euro (Tabella 5). Il 90 per cento del costo ammesso è sostenuto dal Ministero dell'Università e della Ricerca, che ha introdotto una combinazione di credito agevolato e di contributo a fondo perduto allo scopo di favorire, con particolare riguardo al Mezzogiorno, la collaborazione organica e sistematica tra imprese e mondo pubblico della ricerca. Il restante 10 per cento viene finanziato con credito a tasso di mercato.

²⁰ Nuove fregate polivalenti e antisommersibili (programma italo-francese).

²¹ Aereo da caccia (programma italo-anglo-tedesco-spagnolo)

Tabella 5. I 12 programmi strategici di ricerca

Settore	Idee progettuali presentate	Totale costo complessivo (milioni di euro)	Progetti esecutivi provvisoriamente ammessi al finanziamento	Totale costo ammesso (milioni di euro)
Salute dell'uomo	42	536	8	61
Rilancio industria farmaceutica	48	653	10	69
Nuove applicazioni nel biomedicale	86	1.074	12	97
Sistemi avanzati di manifattura	55	743	9	69
Sviluppo industria motoristica	23	383	9	81
Cantieristica, aeronautica, elicotteristica	39	601	7	55
Materiali avanzati	40	566	7	45
Sistemi di telecomunicazione	46	694	3	32
Valorizzazione prodotti tipici agroalimentari	104	1.355	18	116
Trasporti e logistica	76	1.139	15	138
ICT e componentistica elettronica	98	1.431	14	102
Risparmio energetico	87	1.238	5	29
Totale	744	10.413	117	894

Fonte: Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per le Politiche Comunitarie, 2007

Per l'iniziativa dei Distretti Tecnologici sono state stanziati ad oggi risorse per complessivi 344 milioni di euro da parte del Ministero dell'Università e della Ricerca, il cui intervento nei singoli progetti si attesta mediamente intorno al 50 per cento dei costi. Sono stati avviati o sono in corso di avviamento Distretti in 18 Regioni e, a seguito di specifici bandi, sono stati ammessi al finanziamento 38 progetti nei Distretti di Abruzzo, Basilicata, Campania, Calabria, Lazio, Lombardia, Piemonte, Puglia, Sardegna e Sicilia con un impegno del Ministero pari a 80 milioni di euro. E' in programmazione un Distretto per le bioscienze nella Regione Lazio.

Per quanto riguarda i laboratori pubblico-privati risultano ammessi alle agevolazioni 26 progetti con un contributo del Ministero dell'Università e della Ricerca pari a 212 milioni di euro relativi ai Laboratori del Mezzogiorno, che si vanno ad aggiungere ai 21 progetti per il Centro-Nord il cui finanziamento era già stato approvato in precedenza per un totale di 97 milioni di euro.

I 12 progetti di ILO presentati sono in corso di regolare attuazione. Il costo complessivo è di 11,6 milioni di euro, co-finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca per un importo pari a 5,8 milioni di euro, di cui 2,8 già erogati.

Altri progetti inseriti nell'ambito della Strategia di Lisbona sono gli accordi internazionali di cooperazione scientifica, che hanno visto l'approvazione di 56 progetti, in larga parte già operativi²², il Progetto Lauree Scientifiche, l'Istituto Italiano di Tecnologia, per cui sono stati erogati 181 milioni di euro, le piattaforme tecnologiche di iniziativa italiana, il Piano Aerospaziale Nazionale attuato dall'ASI e gli interventi per le PMI che assumono personale di ricerca, che commissionano contratti di ricerca a

²² Sono stati avviati a realizzazione progetti di collaborazione scientifica con Paesi Extra-europei del Mediterraneo (Egitto, Marocco, Tunisia, Giordania, Palestina e Turchia), ed una parte dei progetti con il Canada e con l'India.

università o enti pubblici di ricerca, che finanziano borse di studio per la frequenza di corsi di dottorato, per cui sono state finanziate 2.869 domande per un impegno pari a 321 milioni di euro sul periodo 2001-2007.

5. Le politiche industriali: "Industria 2015"

Gli interventi per l'innovazione industriale degli ultimi anni non sono stati realizzati nell'ambito di un vero e proprio quadro programmatico: nel quinquennio 2001-2006 la politica industriale è stata quasi assente, mentre è tornata una priorità nel 2006 durante il governo Prodi con il programma Industria 2015 (Silva, 2007). Il lancio di questo programma inserisce il sistema delle imprese all'interno di un progetto di ampio respiro che, finalmente, assume un orizzonte di medio-lungo periodo.

In *Industria 2015* vengono stabilite le linee strategiche per lo sviluppo e la competitività del sistema produttivo italiano del futuro, fondato su un concetto di industria esteso alle nuove filiere produttive che integrano manifattura, servizi avanzati e nuove tecnologie e un'analisi degli scenari economico-produttivi futuri che attendono il nostro Paese in una prospettiva di medio-lungo periodo (il 2015). Per oltre due decenni la ricerca industriale è stata sostenuta con i meccanismi cosiddetti a sportello, che risalgono alla legge 46 del 1982: i tempi di valutazione dei progetti da finanziare molto lunghi, gli ampi spazi discrezionali della burocrazia, la mancata stabilità delle risorse hanno seriamente messo in discussione l'efficacia di questo meccanismo. La nuova linea di policy prevede sia misure generali (meccanismi di sostegno generalizzati, anche a carattere automatico per favorire la ricerca, la riduzione dei costi d'impresa, la promozione di investimenti, la crescita dimensionale delle imprese e il riequilibrio territoriale), che selettive (sistemi di incentivazione fatti "su misura" per singoli Obiettivi strategici che vengono realizzati individuando aree tecnologico-produttive con forte impatto sullo sviluppo²³).

La strategia del Governo ha individuato nelle reti di impresa, nella finanza innovativa e soprattutto nei Progetti di Innovazione Industriale i nuovi strumenti per garantire il riposizionamento strategico del sistema industriale italiano nell'ambito dell'economia mondiale, globalizzata e fortemente competitiva. I Progetti di Innovazione Industriale²⁴, nascono con l'obiettivo di fungere da traino per il settore industriale del paese, e rappresentano il principale strumento di intervento previsto da *Industria 2015*. Le aree strategiche su cui questi progetti vengono individuati sono definite in un "Documento di programmazione per lo sviluppo" triennale. In particolare i PII si caratterizzano per²⁵:

- la focalizzazione sugli obiettivi di avanzamento tecnologico definiti dalle linee strategiche per la competitività e lo sviluppo²⁶;
- la ricaduta industriale in termini di nuovi processi, prodotti o servizi, relativi a segmenti di mercati in crescita;
- l'integrazione degli strumenti di aiuto alle imprese, le azioni di contesto collegate e le misure di regolamentazione e semplificazione amministrativa;
- il coinvolgimento in forma singola o consorziata di grandi imprese, piccole e medie imprese, centri di ricerca pubblici e privati anche attraverso lo sviluppo del partenariato pubblico-privato, in conformità agli orientamenti comunitari in materia;
- la sinergia delle attività dei soggetti pubblici responsabili delle azioni a sostegno del sistema produttivo, con particolare riguardo al coinvolgimento delle regioni interessate tramite la valorizzazione delle loro attività di politica industriale;

²³ Queste aree saranno la base su cui verranno individuati i Progetti di Innovazione Industriale.

²⁴ Finanziati con il FCS.

²⁵ DDL 22 settembre 2006, art.1 co.5.

²⁶ Art.2.

- l'attenzione ai processi di creazione e di sviluppo di imprese giovanili nelle aree tecnologiche e produttive individuate come prioritarie;
- il rilancio dei siti industriali interessati da crisi di settori produttivi, con particolare attenzione al Mezzogiorno.

Le aree individuate come strategiche secondo questa logica sono: efficienza energetica, mobilità sostenibile, nuove tecnologie della vita, nuove tecnologie per il Made in Italy, tecnologie innovative per il patrimonio culturale. Per la prima volta il compito di gestire le aree (per ognuna delle quali è prevista l'emissione di un bando) viene affidato ad altrettanti project manager, ciascuno dei quali guida la realizzazione dei PII, identifica i meccanismi di sostegno, individua i soggetti da coinvolgere, stabilisce i tempi di realizzazione.²⁷ I PII vengono gestiti attraverso un raccordo tra il MISE, il MUR, il Ministero per le Innovazioni nella P.A. (MIPA), che sarà presente in ogni passaggio chiave dello sviluppo dei progetti e che si caratterizzerà per l'utilizzo e il coordinamento congiunto dei fondi facenti capo ai vari ministeri (FAR e fondi per lo sviluppo).

Con la Legge Finanziaria 2007 questa nuova linea di policy è stata tradotta in misure specifiche: la creazione di due nuovi fondi, il Fondo per la Competitività e Sviluppo (FCS) e il Fondo per la Finanza d'Impresa (FFI) e l'introduzione di agevolazioni fiscali automatiche per tutte le imprese che fanno ricerca e innovazione. Per quanto riguarda i due nuovi fondi, il primo (FCS) nasce con l'obiettivo di finanziare i Progetti di Innovazione Industriale e gli interventi agevolativi del MISE. In questo nuovo fondo confluiscono le risorse stanziare di anno in anno nella Legge Finanziaria, le risorse assegnate dal CIPE per il FAS e il Fondo Unico per gli incentivi.²⁸ Il secondo invece supporta le imprese nell'accesso al credito. In questo fondo confluiscono le risorse del Fondo di garanzia, quelle contenute nei Fondi già istituiti per il *venture capital* e, con decreto del Presidente del Consiglio, le ulteriori disponibilità degli altri fondi di amministrazioni e soggetti pubblici per la finanza di imprese individuate dal decreto stesso. Le agevolazioni fiscali invece consistono in un credito d'imposta in ricerca e innovazione concesso alle imprese per i costi sostenuti a partire dal 2007: questa misura è stata prevista nella Legge Finanziaria 2007 e potenziata nel 2008, e riconosce alle imprese una detrazione del 10% che viene elevata al 40% qualora il costo per R&S si riferisca a contratti stipulati con università e enti pubblici di ricerca.

Per quanto riguarda più specificatamente *Industria 2015* e i PII, ad oggi sono stati presentati i piani di progetto relativi alle aree dell'efficienza energetica, della mobilità sostenibile, delle nuove tecnologie per il Made in Italy, delle tecnologie innovative per i beni e le attività culturali e turistiche. Sono stati approvati dalla Conferenza Stato-Regioni quattro decreti interministeriali che, in accordo con il sistema delle regioni, definiscono la strategia del governo nelle relative aree tecnologiche di intervento. Inoltre sono stati lanciati tre bandi di gara:

- efficienza energetica, che mette a disposizione delle imprese 200 milioni di euro;
- mobilità sostenibile, che mette a disposizione delle imprese 180 milioni di euro;
- nuove tecnologie per il Made in Italy, che mette a disposizione delle imprese 190 milioni di euro.

I primi due bandi hanno visto la partecipazione di 1690 imprese e centri di ricerca con 142 progetti: gli incentivi dei due bandi, pari a 380 milioni di euro, potrebbero mettere in moto investimenti in ricerca e innovazione per 3,1 miliardi di euro, 1,7 per Efficienza energetica e 1,4 per Mobilità sostenibile. In particolare il PII efficienza energetica ha come obiettivo il rilancio del sistema industriale attraverso un miglioramento dell'efficienza energetica del paese, intesa come risparmio di energia nei processi produttivi e lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili. Il raggiungimento dell'obiettivo del PII si traduce:

²⁷ I project manager designati sono: Pasquale Pistorio (energia), Giancarlo Michellone (mobilità), Alberto Piantoni (hi-tech per il Made in Italy), Andrea Granelli e Claudio Cavazza (tecnologie per la salute).

²⁸ Continuerà a finanziare nello stesso modo le leggi esistenti fino all'entrata in vigore dei decreti attuativi di riordino della normativa sulle agevolazioni, ma finanzierà contemporaneamente anche i Progetti di Innovazione industriale. L'idea di fondo è quella di migliorare l'efficienza e l'efficacia del sistema attraverso la riduzione del numero degli strumenti di incentivazione.

- nell'investimento industriale nel settore delle energie rinnovabili;
- nella riqualificazione dei comparti industriali verso prodotti a basso impatto ambientale e ad elevato risparmio energetico;
- nell'innovazione dei processi produttivi.

Inoltre il MISE ha avviato una consultazione pubblica rivolta alle imprese per individuare temi e caratteristiche dei PII da realizzare. Tra maggio e luglio 2007 sono pervenute 1.067 proposte progettuali, che hanno coinvolto 2.500 imprese e un migliaio tra centri di ricerca e università. Il costo di realizzazione stimato per oltre la metà delle idee è compreso tra i 5 e i 10 milioni di euro, e circa la metà delle imprese ha manifestato interesse ad avviare rapporti di collaborazione con altre imprese o altri potenziali partner²⁹.

Il secondo PII lanciato dal governo riguarda la mobilità sostenibile, intesa come lo spostamento di persone e merci in modo ecologico e sicuro, economico e tempestivo. Il raggiungimento dell'obiettivo del PII si traduce:

- nell'eco-compatibilità dei sistemi di trasporto di superficie e dei relativi processi produttivi;
- nella decongestione dei trasporti;
- in una mobilità urbana sostenibile;
- nella sicurezza di persone e merci;
- nella competitività dei sistemi di trasporto di superficie e dei relativi processi.

I 142 progetti presentati verranno vagliati dal Ministero con il supporto dell'Agenzia per l'Innovazione di Milano, in modo da erogare gli incentivi entro l'anno. Proprio la creazione dell'Agenzia dell'Innovazione rappresenta un'altra novità introdotta da *Industria 2015*: un organismo esterno ai ministeri, il cui compito dovrebbe essere quello di scegliere i progetti imprenditoriali più innovativi nel modo più trasparente e competente. Sarà questo organismo, autonomo e pubblico, a valutare le proposte progettuali in gara sia ex ante, che in loco nel corso della loro realizzazione per seguire il loro stato di avanzamento e procedere così alle erogazioni. L'Agenzia sceglierà i progetti in base a cinque criteri:

- devono essere coerenti con gli obiettivi del macro Progetto di innovazione strategica Efficienza energetica, piuttosto che Mobilità sostenibile, ecc.;
- devono costituire un progresso dal punto di vista innovativo e tecnico scientifico rispetto al quadro internazionale;
- devono essere il frutto di un dialogo fra il mondo della ricerca e il mondo dell'impresa che segni la reciproca capacità di mettersi l'uno al servizio dell'altro in modo costruttivo per il sistema Italia;
- devono essere accompagnati e dotati di un piano di sviluppo industriale e di idonei meccanismi di valorizzazione della proprietà intellettuale;
- devono avere chiare e forti ricadute in termini economici, di competitività e tecnologici.

Il piano di azione prevede: esperti di chiara e comprovata competenza anche internazionale; struttura snella e flessibile; trasparenza e chiarezza dell'operato; rispetto di tempi prefissati.

Industria 2015 rappresenta una concreta scelta di politica industriale di cui non è ancora possibile stimare le ricadute. Nelle intenzioni il programma rappresenta un passo avanti rispetto al metodo dei finanziamenti a pioggia che hanno caratterizzato la politica per l'innovazione in Italia e rispetto ad uno spostamento delle imprese nei settori a più elevata innovazione e produttività. Tuttavia rimangono alcune criticità, come i tempi di pianificazione dei progetti, ancora troppo lunghi, o la sovrapposizione di competenze tra i due ministeri interessati (Sviluppo economico e Università e Ricerca). Inoltre lo stretto (e inedito) raccordo tra i vari attori, pur mantenendo la tradizionale divisione di compiti che affidava il finanziamento della ricerca di base e industriale al ministero dell'Università e della Ricerca e lo sviluppo precompetitivo e prototipale al ministero dello Sviluppo economico, induce una serie di perplessità sulla possibilità e la difficoltà di coordinamento. Altra incognita è la

²⁹ http://www.industria2015.ipi.it/PII_EE_Risultati_Raccolta.pdf

valutazione dei progetti: sarà interessante vedere come verranno valutati i progetti presentati, con quali modalità e quali tempi, e la tempestività nell'erogazione del finanziamento.

6. Alcune considerazioni di sintesi

Il quadro delineato mostra come in Italia l'impegno profuso nelle politiche dedicate alla ricerca e all'innovazione sia ancora insufficiente rispetto a quello dei paesi più industrialmente avanzati. Le ragioni possono essere rintracciate in alcuni elementi strutturali: da un lato la struttura e la specializzazione produttiva del paese, caratterizzata da piccole imprese operanti nei settori a bassa intensità tecnologica spesso scarsamente interessate ad investire in ricerca e poco propense ad innovare; dall'altro l'incapacità dell'attore pubblico di mutare tale indirizzo attraverso politiche pubbliche adeguate, sia per quanto riguarda le risorse stanziare che le modalità con cui vengono allocate e gestite.

Se si guarda alle cornici programmatiche entro cui si è realizzato l'intervento pubblico si possono trarre alcune conclusioni che riguardano la capacità dell'operatore pubblico di rispondere alle sfide lanciate su scala globale dalla globalizzazione e su scala europea dalla strategia di Lisbona. Strumento principe della programmazione degli interventi per la R&S è il PNR, frutto di un processo di riforma che avrebbe dovuto rappresentare un punto di svolta per la politica scientifica italiana nell'ottica del superamento delle lacune che hanno portato all'indebolimento dell'Italia nel contesto internazionale.

Tra il 2000 e il 2007 si sono susseguiti tre PNR: una valutazione dell'efficacia degli interventi programmati può essere realizzata confrontando gli obiettivi attesi con quelli effettivamente conseguiti. Nel primo PNR, relativo al periodo 2001-2003, sono stati individuati obiettivi, orientamenti e priorità per la ricerca, le azioni strategiche di breve, medio-lungo periodo e trasversali, gli strumenti finanziari attivati per ciascuna azione strategica, le dinamiche dell'investimento pubblico e privato per il periodo 2000-2006. L'obiettivo prefissato era quello di aumentare la spesa in R&S fino a raggiungere l'1,9% del PIL, di cui la metà finanziata dalle imprese. Confrontando nella Tabella 6 i risultati attesi nella "tabella di marcia" elaborata dal MIUR con quelli realizzati, emerge chiaramente che l'obiettivo di innalzare la spesa per la R&S sia stato fallito. Infatti il primo PNR prevedeva per il 2006 una quota di spesa per R&S sul PIL pari all'1,87% mentre nei fatti questo indicatore si attesta all'1,14%. Si osserva che non solo l'obiettivo prefissato non è stato raggiunto, ma che il divario fra i risultati stimati e quelli raggiunti, anziché assottigliarsi nel corso degli anni, si sia ampliato in misura significativa.

Tabella 6. Confronto fra obiettivi nel PNR 2000 e la spesa per R&S effettivamente sostenuta (rapporto percentuale tra spesa per R&S e Pil)

Anno	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Previsione PNR	1,03	1,23	1,35	1,49	1,62	1,74	1,87
Spesa sostenuta	1,05	1,09	1,13	1,11	1,10	1,10	1,14
Differenza tra spesa sostenuta e previsione del PNR	0,02	-0,14	-0,22	-0,38	-0,52	-0,64	-0,73

Nelle Linee Guida 2003-2006, documento programmatico successivo al PNR 2001-2003, viene ridimensionato l'obiettivo di spesa da raggiungere nel 2006, che passa dall'1,87% all'1,75% del PIL e viene fornita una stima dell'impatto della spesa sia a livello occupazionale che in termini di brevetti. Anche in questo caso alla programmazione effettuata non corrispondono esiti positivi: anche l'obiettivo ridimensionato dell'1,75% del PIL è stato mancato (Sirilli, 2004).

Infine nel terzo PNR, relativo al triennio 2005-2007, vengono individuate azioni strategiche e obiettivi, ma mancano sia un orizzonte temporale perdefinito che una chiara definizione degli strumenti finanziari, elementi che denotano la carenza e la scarsa qualità programmatica del documento. Esso ricalca l'impostazione e gli obiettivi delle Linee Guida, tanto che le debolezze evidenziate sono state riconosciute anche dal CIPE.

In particolare il PNR riconosce la necessità di ricorrere ad un approccio di tipo *mission-oriented*, e identifica nei 12 programmi strategici il fattore decisivo per orientare la ricerca verso quei settori che possono far avanzare la frontiera delle conoscenze e incentivare la collaborazione fra soggetti pubblici e privati. I grandi programmi strategici richiedono che, per essere efficaci, le politiche di tipo *mission-oriented* abbiano alcuni requisiti: la selettività degli obiettivi e degli interventi, che presuppone una visione strategica di medio-lungo periodo che indirizzi le risorse verso aree prioritarie per la ricerca di frontiera, e coordini gli interventi per la ricerca applicata e di inseguimento, la focalizzazione, che richiede la definizione chiara di programmi che siano i catalizzatori dello sforzo scientifico del paese, il coordinamento attraverso azioni complementari al mero finanziamento come le politiche della domanda, programmi di formazione e di infrastrutturazione, la partecipazione della programmazione, che sappia coinvolgere gli attori del sistema e coniughi approcci di tipo *top-down* e *bottom-up*, la valutazione e la meritocrazia. Una prima valutazione degli interventi programmatici fa emergere che, nonostante le intenzioni declinate nel PNR 2005-2007, questi requisiti siano largamente mancati. Infatti i programmi strategici individuati nel PNR fanno riferimento ad aree di ricerca molto generiche e che abbracciano molti settori. Per quanto riguarda i meccanismi di valutazione non si riscontra nessun meccanismo di valutazione *ex-post* e di riallocazione dinamica delle risorse (Colombo et al., 2006).

Infine va sottolineato che, ad oggi, non sia stato ancora presentato il PNR 2008-2010, a testimonianza di come l'impegno del Governo sul fronte della programmazione degli interventi in materia di ricerca si sia affievolito nel corso del tempo. Il grave ritardo italiano nella programmazione della ricerca e dell'innovazione emerge in tutta la sua evidenza nella comparazione internazionale: mentre la grande maggioranza dei paesi dell'OCSE spinge la propria azione programmatica alla fine del decennio, ed in alcuni casi alla metà del prossimo (Regno Unito: 2014; Spagna e Federazione Russa: 2015; Cina 2020), l'Italia è l'unico paese il cui piano della ricerca (il PNR) è fermo al 2007³⁰. Questo fatto è ancora più grave considerando il grave ritardo italiano nel campo della ricerca, ed alla luce della politica comunitaria, che ha individuato nella conoscenza la chiave per la crescita e lo sviluppo dell'Europa, e ha basato sulla ricerca e l'innovazione il raggiungimento degli obiettivi della strategia di Lisbona.

Per il PICO è difficile fornire una valutazione: vengono individuate misure che rivestono un ruolo importante nel raggiungimento degli obiettivi di Lisbona, la maggior parte delle quali sono ancora in corso. Tuttavia le stesse misure non sono accompagnate da scadenze o atti formali sulle procedure e i meccanismi di allocazione delle risorse e di monitoraggio degli interventi. Si riscontrano alcuni aspetti interessanti, come ad esempio il riconoscimento della necessità dell'introduzione di misure fiscali per incoraggiare l'attività di R&S nelle imprese; tuttavia le risorse tendono ad essere concentrate in specifici progetti settoriali piuttosto che su iniziative di più ampio respiro. I progressi realizzati sono disomogenei: sono state attuate importanti misure volte ad aumentare la concorrenza e a liberare il potenziale delle imprese (liberalizzazioni, Industria 2015), ma ben poco è stato fatto per innalzare il livello della spesa globale per la ricerca e non vi sono elementi che possano consentire di

³⁰ OECD, 2008, pp. 64-66.

prevedere in che misura i provvedimenti annunciati consentiranno di far salire il rapporto tra spesa per R&S e Pil.

In sintesi, il PICO identifica alcune delle maggiori sfide cui l'Italia va incontro: in termini pratici tuttavia queste sfide non sono adeguatamente tradotte in misure o azioni specifiche (European Commission, 2007). Inoltre un aspetto che va valutato negativamente è quello relativo alle risorse allocate: il PICO prevede un impegno finanziario di oltre 46 milioni di euro, di cui il 20% (9,3 milioni di euro) dedicati allo specifico obiettivo di incentivare la ricerca e l'innovazione tecnologica. Nonostante un forte impegno di intenzioni sul versante della ricerca e innovazione (le aree chiave della Strategia di Lisbona), i due terzi delle risorse stanziare nel PICO sono orientate a programmi di infrastrutturazione materiale e immateriale. Allo stesso tempo non risulta chiaro quale sia l'effettiva aggiunta di risorse mobilitate dal PICO per gli obiettivi di ricerca e innovazione.

L'insufficiente azione di indirizzo e di coordinamento da parte delle istituzioni non consente una visione rosea della situazione italiana: anche in presenza di provvedimenti orientati al cambiamento e alla razionalizzazione degli interventi, infatti, le iniziative intraprese dallo Stato non appaiono commisurate alle sfide affrontate, sia per il carente impulso programmatico, sia per l'insufficienza dell'impegno finanziario.

La mancata operatività del FIRST, l'assenza del PNR 2008-2010, documento su cui avrebbe dovuto essere basata la programmazione degli interventi per sostenere la ricerca nei prossimi anni, cruciali per l'Italia e l'Europa, le lentezze che hanno contraddistinto la Tecno-Tremonti prima e il credito d'imposta per la R&S poi, rappresentano la conferma della scarsità dell'impegno rivolto verso la ricerca e l'innovazione nel nostro paese.

Sul versante dell'innovazione industriale, il programma *Industria 2015* è appena entrato nel vivo con la chiusura dei primi bandi ed è ancora troppo presto per poterne dare una valutazione. Complessivamente è apprezzabile lo sforzo innovativo con cui l'iniziativa è stata avviata, ma rimangono alcune perplessità sul coordinamento e la *governance* del sistema nel suo complesso e sui tempi lunghi che hanno caratterizzato questa prima fase del programma, sia per quanto riguarda il credito d'imposta per i costi sostenuti dalle imprese per la R&S che per i bandi dei PII.

Alla luce delle considerazioni svolte, si può affermare che il principale limite della politica per la ricerca e l'innovazione in Italia sia rappresentato dall'incapacità di prendere atto dei fallimenti del passato e di costruire strategie condivise per raggiungere obiettivi possibili. In presenza di un sistema nazionale di innovazione largamente deficitario, di un sistema produttivo orientato più all'innovazione di processo che di prodotto, poco propenso ad assumersi rischi delle innovazioni radicali e con una capacità di ricerca al di sotto degli standard internazionali, di un sistema di ricerca pubblico da ammodernare, l'intervento pubblico diventa sempre più necessario. Ma tale intervento dovrebbe essere effettuato disponendo di chiari obiettivi programmatici di lungo periodo, di una strumentazione procedurale adeguata, di una macchina amministrativa all'altezza del compito e, soprattutto, di risorse finanziarie ben superiori a quelle attualmente disponibili. Tutti elementi che, almeno nel breve periodo, molto probabilmente non sarà possibile mettere in campo. Allo stesso tempo, se il paese non vorrà scendere ulteriormente nelle varie graduatorie dello sviluppo e del benessere, dovrà necessariamente fare un radicale cambiamento di rotta impegnando tutte le risorse di cui dispone.

CAPITOLO 7

LA DIMENSIONE REGIONALE DELLA RICERCA E DELL'INNOVAZIONE IN ITALIA¹

di Giulio Perani e Giorgio Sirilli

1. I dati statistici sulla R&S a livello regionale

I dati sulla spesa per R&S in Italia nel 2005, prodotti dall'Istat, offrono un esempio del tipo di informazione regionalizzata sulle attività di R&S. In particolare, la disponibilità di dati per regione e per settore istituzionale consente di avere una informazione generale non solo sulle performance delle singole aree territoriali, ma anche sul "modello" di ricerca prevalente o, almeno, se esso sia trainato dal settore pubblico o dal settore privato.

La distribuzione regionale della spesa per R&S intra-muros in Italia mette in evidenza che, nel 2005, il Nordovest mantiene un ruolo trainante con il 37,4 per cento della spesa, seguito dal Centro (27,2 per cento), dal Nord-est (18 per cento) e dal Mezzogiorno (17,4 per cento) (Tabella 1).

La spesa per R&S risulta fortemente concentrata in tre regioni – Piemonte, Lombardia e Lazio – che coprono il 60,9 per cento della spesa per R&S delle imprese, il 62 per cento di quella delle istituzioni pubbliche e il 30,9 per cento della spesa sostenuta dalle università. Complessivamente, si concentra in queste regioni il 52,3 per cento della spesa nazionale.

Relativamente al settore delle imprese, la spesa per R&S risulta concentrata per oltre la metà (54,3 per cento) nel Nord-ovest, prevalentemente in Lombardia (30,5 per cento) e in Piemonte (20,3 per cento). Nel settore pubblico si osserva, invece, una diversa distribuzione territoriale: il 58,9 per cento dell'attività di R&S delle istituzioni pubbliche si svolge nell'Italia centrale (in particolare nel Lazio) e il 31,1 per cento di quella universitaria nel Mezzogiorno.

¹ Il presente capitolo è stato pubblicato nel "Quinto Rapporto annuale ISSIRFA-CNR sullo stato del regionalismo in Italia – 2008": <http://www.issirfa.cnr.it/>.

Tabella 1 - Spesa per R&S intra-muros per settore istituzionale e regione -
Anno 2005 (migliaia di euro)

REGIONI	Composizione %				
	Istituzioni pubbliche	Istituzioni private non profit	Imprese	Università	Totale
Piemonte	2,8	8,5	20,3	6,3	12,8
Valle d'Aosta	0,0	0,6	0,1	0,0	0,1
Lombardia	8,0	48,6	30,5	12,0	21,4
Prov. autonoma di Trento	2,6	1,5	0,4	1,1	1,0
Prov. autonoma di Bolzano	0,2	2,3	0,4	0,1	0,3
Veneto	3,1	3,5	5,0	6,2	5,0
Friuli-Venezia Giulia	1,9	0,6	2,2	3,2	2,4
Liguria	3,6	0,8	3,4	2,6	3,1
Emilia-Romagna	4,3	2,9	11,2	9,4	9,3
Toscana	6,6	2,5	4,3	11,1	6,7
Umbria	0,6	0,1	0,5	2,1	1,0
Marche	0,5	0,2	1,2	2,2	1,4
Lazio	51,2	15,5	10,1	12,6	18,1
Abruzzo	1,7	0,3	1,6	2,0	1,7
Molise	0,1	1,3	0,0	0,3	0,2
Campania	4,7	4,3	4,9	10,6	6,5
Puglia	2,1	4,2	1,3	5,3	2,7
Basilicata	0,4	0,0	0,3	0,5	0,4
Calabria	0,6	0,1	0,1	2,0	0,8
Sicilia	3,5	2,1	2,1	7,7	4,0
Sardegna	1,5	0,1	0,1	2,7	1,1
Nord-Ovest	14,4	58,5	54,3	20,9	37,4
Nord-Est	12,1	10,8	19,2	20,0	18,0
Centro	58,9	18,3	16,1	28,0	27,2
Mezzogiorno	14,6	12,4	10,4	31,1	17,4
ITALIA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Migliaia di euro	2.701.168	330.116	7.855.835	4.711.676	15.598.795

Fonte: ISTAT

Se complessivamente nel Nord-Est e nel Nord-Ovest viene svolto il 55 per cento della ricerca italiana, ciò è largamente dovuto al contributo delle imprese che concentrano nel Nord il 73,5 per cento della loro spesa. Nel Centro (58,9 per cento), soprattutto nel Lazio (51,2), è concentrata fortemente l'attività di R&S delle istituzioni pubbliche e ciò non appare sorprendente sia per la presenza a Roma e dintorni delle principali istituzioni nazionali di ricerca, sia perché in tutti i paesi i grandi percettori di finanziamenti pubblici si localizzano in

prossimità dei relativi centri decisionali politici e amministrativi. La ricerca universitaria riequilibra il ruolo del Mezzogiorno (31,1 per cento sul totale) che giunge a contribuire al totale nazionale per il 17,4 per cento.

2. La misurazione statistica dell'innovazione nelle imprese

Tornando al più generale tema dell'innovazione – che ricomprende anche le attività di R&S – si può osservare che, anche in questo caso, sono disponibili dati statistici di elevata affidabilità. La misurazione dell'innovazione nelle imprese manifatturiere e dei servizi viene infatti effettuata ormai da oltre venti anni sulla base del Manuale di Oslo (Eurostat-OECD, 2005), il documento metodologico che ha tradotto in concrete modalità di rilevazione statistica l'approccio del descritto modello di innovazione "a catena". Oggetto della rilevazione statistica sull'innovazione è l'impresa innovatrice, definita come "l'impresa che ha introdotto nuovi prodotti o nuovi processi, o che, nell'arco di un periodo definito, normalmente tre anni)". Un'impresa può essere, comunque, considerata 'attiva' dal punto di vista dell'innovazione se mette in atto un qualsiasi componente di un progetto di innovazione (R&S, progettazione, ecc.).

E' importante sottolineare che nel Manuale di Oslo il soggetto di analisi è l'impresa. Infatti, tutte le informazioni raccolte mediante le rilevazioni statistiche - come quelle relative alla strategia innovativa, alle collaborazioni, ai fattori di sostegno e di ostacolo all'innovazione, all'impatto in termini di fatturato e di esportazioni - vengono riferite all'impresa quale soggetto innovatore analizzato secondo la dimensione, il settore di attività economica, le caratteristiche organizzative, il fatturato, ecc.

Molteplici analisi sulle caratteristiche dei processi innovativi, nonché sulle prestazioni economiche a livello di settore o di paese, sono state rese possibili dalla disponibilità di dati sull'innovazione raccolti secondo l'approccio del Manuale di Oslo. In particolare, a partire dal triennio di riferimento 1990-1992, la Commissione europea e l'Eurostat hanno sostenuto lo sviluppo di una rilevazione comunitaria sull'innovazione (CIS, Community Innovation Survey) giunta, nel 2008, alla sua quinta edizione. La rilevazione CIS, da anni una delle principali fonti di dati sulle attività innovative delle imprese, fornisce anche elementi essenziali per le attività di benchmarking delle capacità innovative dei paesi europei. Nel quadro dell'utilizzo dei dati CIS a fini di valutazione e definizione delle politiche di innovazione, anche a livello europeo, si è evidenziata in misura crescente l'esigenza di disporre di indicatori sull'innovazione delle imprese anche a livello regionale, in modo simile a quanto accade per la R&S.

L'analisi territoriale dell'innovazione basata sulla rilevazione CIS presenta tuttavia un problema: seguendo l'impostazione originaria del Manuale di Oslo, tutte le attività innovative rilevate presso un'impresa vengono attribuite alla regione in cui questa ha la sede legale anche se tali attività sono distribuite sul territorio nazionale tra più regioni, oltre che all'estero. Se dunque è del tutto corretto che le informazioni raccolte dalle rilevazioni sull'innovazione vengano ricondotte all'unità dell'impresa, ignorare che sue alcune parti sono localizzate in diverse aree geografiche, spesso integrate nei relativi sistemi locali di innovazione, rappresenta una distorsione evidente della misurazione statistica del fenomeno innovativo. Nel caso specifico italiano, assegnare tutto il potenziale scientifico e tecnologico della FIAT alla sola regione Piemonte comporta una sottovalutazione del ruolo e dell'impatto delle varie unità produttive localizzate, per esempio, nel Centro e nel Sud del paese. Un approccio statistico alternativo sarebbe quello di effettuare la rilevazione presso le singole unità locali (stabilimenti di produzione, centri logistici, uffici tecnici, centri di ricerca, ecc.): in questo caso, tuttavia, le informazioni raccolte non consentirebbero di ricostruire la complessiva strategia che lega le diverse attività innovative, e che è per definizione definita a livello di impresa.

Una soluzione per produrre indicatori regionalizzati sull'innovazione delle imprese è quella di procedere con la raccolta sia di informazioni sugli aspetti strategici dell'innovazione (a livello di impresa), che di informazioni sulle attività svolte nei diversi territori (a livello di unità locale). Il metodo consiste nell'acquisire le informazioni presso l'impresa innovatrice e, nel caso in cui questa svolga attività innovative in più di una regione, sottoporre alle singole unità locali un questionario attraverso cui vengono rilevate le attività svolte a livello locale.

L'Istat, ad esempio, ha condotto, nel 2007, una sperimentazione adottando l'approccio sopra citato: rilevando, cioè, le imprese italiane dell'industria e dei servizi con almeno 10 addetti che avevano introdotto innovazioni nel periodo 2000-2004 come unità statistiche primarie ed interessando, mediante una seconda rilevazione e un questionario "regionalizzato", le imprese rispondenti alla rilevazione che avevano dichiarato di aver svolto innovazione nel periodo considerato e di essere presenti in più di una regione italiana.

Nella Tabella 2 sono presentati i risultati – in termini di percentuale di soggetti innovatori e di spesa per innovazione per regione – distinguendo tra imprese e unità regionali. Nel primo caso l'unità di analisi è l'impresa considerata nel suo complesso e localizzata nella regione dove risulta ubicata la sede legale (secondo quanto raccomandato dal Manuale di Oslo). Nel secondo caso l'unità di analisi è l'unità regionale rappresentata dall'insieme delle unità locali di una stessa impresa ubicate nella stessa regione. Nel primo caso, quindi, la territorializzazione delle variabili d'interesse (numero di soggetti innovatori e ammontare delle spese per l'innovazione) fa riferimento alla regione dove risulta ubicata la sede centrale dell'impresa, mentre nel secondo caso fa riferimento alla regione dove operano le unità produttive.

Tabella 2 - Imprese/Unità regionali innovatrici e relativa spesa per innovazione per regione NUTS2. - Anni 2002-2004
(valori assoluti e percentuali)

REGIONI NUTS2	Imprese					Unità regionali				
	Totale imprese innovatrici	Totale imprese (popolazione)	Percentuale imprese innovatrici sul totale	Spesa per innovazione 2004 (m€)	Distribuzione percentuale regionale della spesa 2004	Totale unità regionali innovatrici	Totale unità regionali (popolazione)	Percentuale unità regionali innovatrici sul totale	Spesa per innovazione 2004 (m€)	Distribuzione percentuale regionale della spesa 2004
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Piemonte	5.463	15.173	36,0	3.238.412	10,7	5.905	17.653	33,5	3.018.805	9,9
Valle d'Aosta	105	441	23,8	65.077	0,2	142	609	23,3	78.311	0,3
Lombardia	15.385	45.080	34,1	10.348.887	34,1	17.313	48.880	35,4	9.650.833	31,8
Prov. di Bolzano	743	2.445	30,4	193.752	0,6	931	2.771	33,6	325.857	1,1
Prov. di Trento	851	2.122	40,1	327.355	1,1	1.002	2.576	38,9	409.359	1,3
Veneto	8.406	23.667	35,5	2.891.265	9,5	9.284	26.439	35,1	3.177.072	10,5
Friuli Venezia Giulia	1.591	4.921	32,3	787.415	2,6	1.965	5.948	33,0	859.840	2,8
Liguria	1.389	4.354	31,9	577.446	1,9	1.549	5.667	27,3	604.503	2,0
Emilia Romagna	6.847	19.312	35,5	3.156.964	10,4	7.532	21.853	34,5	3.377.421	11,1
Toscana	3.935	14.690	26,8	1.165.582	3,8	4.870	16.588	29,4	1.266.864	4,2
Umbria	1.026	3.177	32,3	299.427	1,0	1.050	3.824	27,5	236.832	0,8
Marche	2.037	7.184	28,4	549.231	1,8	2.519	8.183	30,8	694.533	2,3
Lazio	3.351	12.889	26,0	4.489.126	14,8	3.883	15.875	24,5	3.147.534	10,4
Abruzzo	1.084	3.854	28,1	354.645	1,2	1.395	4.706	29,6	603.062	2,0
Molise	81	612	13,2	28.535	0,1	148	888	16,7	48.068	0,2
Campania	2.399	10.821	22,2	669.166	2,2	2.582	12.214	21,1	1.158.014	3,8
Puglia	1.704	8.212	20,8	339.734	1,1	2.066	9.341	22,1	515.660	1,7
Basilicata	221	1.088	20,3	80.961	0,3	344	1.429	24,1	127.072	0,4
Calabria	544	2.747	19,8	70.612	0,2	697	3.213	21,7	134.205	0,4
Sicilia	1.449	7.096	20,4	619.625	2,0	1.643	7.986	20,6	706.196	2,3
Sardegna	712	3.429	20,8	125.816	0,4	930	4.121	22,6	238.996	0,8
Totale	59.322	193.314	30,7	30.379.036	100,0	67.750	220.764	30,7	30.379.037	100,0

Fonte: ISTAT

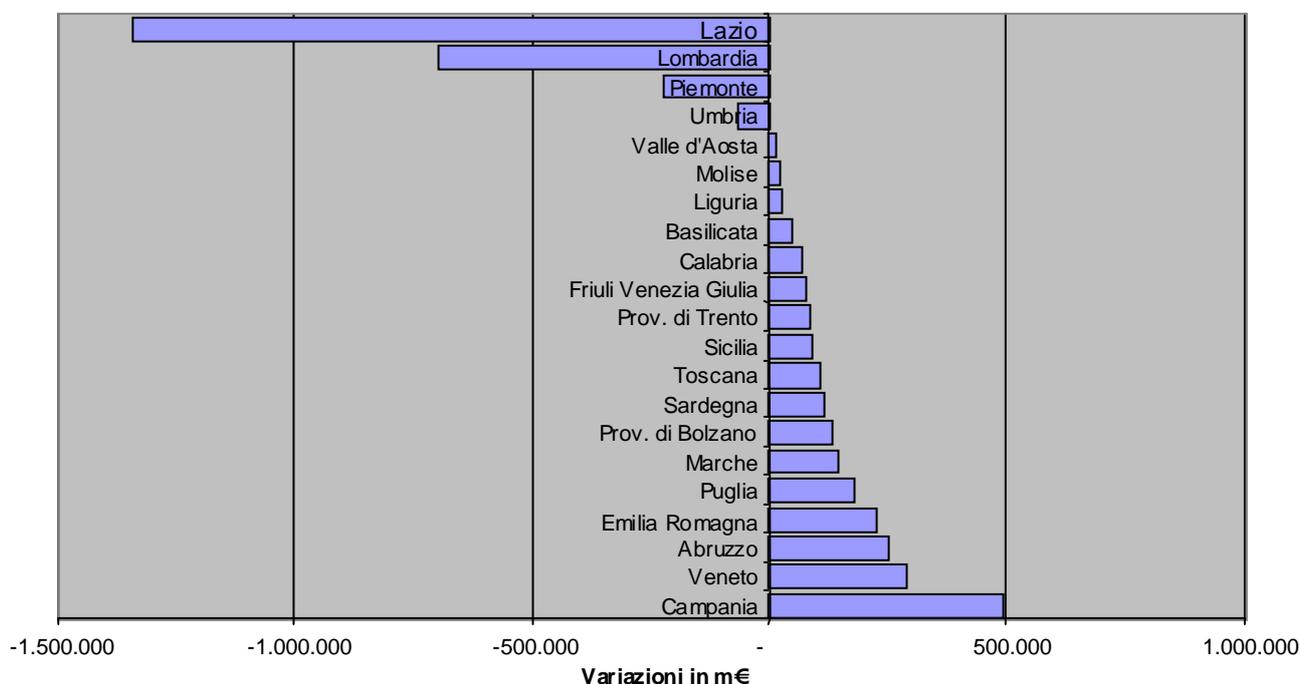
La Tabella 2 mostra che, a parità di percentuale di soggetti innovatori – o a parità di spesa totale per l’innovazione a livello nazionale – la distribuzione regionale cambia in modo significativo se si considerano le imprese, piuttosto che le unità regionali. Si deve anche notare che il numero di “unità regionali” è, per definizione, superiore al numero delle imprese sia come totali che come soggetti innovatori: le relative popolazioni di riferimento (considerando le imprese italiane con 10 addetti ed oltre) sono, infatti, di 193.314 imprese e 220.764 “unità regionali”. Evidentemente, il dato sulle “unità regionali” ingloba quello sulle “imprese” che ne rappresentano un sottoinsieme.

Esaminando, quindi, la percentuale di soggetti innovatori, la Lombardia risultava avere nel 2004 il 34,1 per cento di “imprese” innovatrici nel settore dell’industria e dei servizi (colonna 3). Considerando però anche la presenza di unità locali di imprese con sede fuori dalla Lombardia, tale percentuale – espressa in termini di “unità regionali” (accorpare in un’unica unità tutti gli stabilimenti di una singola impresa presenti nella regione) – saliva al 35,4 per cento (colonna 8). Nel caso del Lazio, invece, la situazione è opposta dal momento che al 26,0 per cento di imprese innovatrici, tra quelle con sede nella regione, corrisponde una percentuale di “unità regionali” innovatrici pari soltanto al 24,5 per cento.

Particolarmente interessante è analizzare la distribuzione della spesa per innovazione a livello regionale passando dall’approccio “per impresa” suggerito dal Manuale di Oslo (dove tutta la spesa per innovazione di un’impresa si suppone sia impiegata nella regione in cui l’impresa ha sede) ad un approccio per “unità regionale” che permette di analizzare come la spesa per innovazione viene effettivamente distribuita tra le diverse regioni.

I dati presentati nella Tabella 2 sono anche sintetizzati nel Grafico 1.

Grafico 1. Variazioni nella spesa regionale per innovazione delle imprese.
Anno 2004
Differenza tra distribuzione per impresa e distribuzione per unità regionale.



Considerando che la spesa per innovazione è l’unica variabile direttamente confrontabile a livello di impresa e unità regionale, il Grafico 1 mette in evidenza la distinzione tra regioni che “perdono” spesa per innovazione in relazione al cambiamento della metodologia di

rilevazione (regioni, quindi, dove hanno la sede amministrativa numerose imprese multi-localizzate che investono significativamente anche nelle altre regioni) e regioni che “guadagnano” dal cambio di metodologia (quelle con più ridotta presenza di sedi amministrative ma con rilevante presenza di impianti produttivi). Non è quindi sorprendente che Lazio, Lombardia e Piemonte (insieme, anche se in misura assai inferiore, all’Umbria) “cedano” parte della spesa per innovazione che viene loro accreditata sulla base della sede principale delle imprese multi-localizzate: la maggior parte delle grandi imprese italiane ha effettivamente sede in queste tre regioni. Tra le regioni che “guadagnano” (che sono poi quelle più penalizzate da una rilevazione della spesa per innovazione a livello di “impresa”) vanno annoverate la Campania e altre regioni meridionali come Abruzzo e Puglia ma, non sorprendentemente, anche alcune regioni dell’Italia “adriatica” e, in particolare, del Nord-Est: Veneto, Emilia-Romagna e Marche. Il passaggio da una rilevazione della spesa per innovazione dal livello di “impresa”, al più dettagliato livello di “unità regionale” non realizza quindi una redistribuzione della spesa lungo l’asse Nord-Sud ma riflette la più complessa realtà di localizzazione dell’industria italiana segnalando la precedente sottovalutazione degli investimenti innovativi nelle aree più dinamiche del Paese.

Si può quindi concludere evidenziando come diversi approcci metodologici al tema della produzione di indicatori statistici sull’innovazione possano portare a conclusioni anche significativamente diverse. In generale, porre l’enfasi sul dettaglio regionale degli indicatori di innovazione, suggerisce una lettura più sistematica di tali indicatori, calandoli nel contesto economico e culturale che caratterizza ciascuna diversa area territoriale.

3. Un confronto tra indicatori di innovazione e di R&S a livello regionale

La metodologia descritta nel paragrafo precedente consente di individuare – analizzando i flussi finanziari e informativi che connettono la sede centrale dell’impresa alle singole unità locali – in quale misura e con quali modalità le strategie di innovazione definite a livello centrale vengono poi applicate a livello periferico. Va ricordato che l’ipotesi di fondo di tale approccio è che l’effetto più rilevante di un investimento innovativo si realizza nel territorio in cui l’innovazione diviene effettiva in termini di produzione di un nuovo bene o servizio o di applicazione di un nuovo processo, piuttosto che nella sede centrale dell’impresa – ovvero il luogo in cui essa viene pianificata o finanziata – o presso quei soggetti fornitori di tecnologie e materiali che ricevono parte di tale investimento per rendere l’innovazione possibile.

Due indicatori di innovazione regionalizzati con riferimento al periodo 2002-2004 e presentati nella Tabella 2 (numerosità di “unità regionali” innovatrici – colonna 6 - e spesa per innovazione 2004 – colonna 9) possono essere messi a confronto con la spesa in ricerca e sviluppo (R&S) intra-muros sostenuta nel 2004 dalle imprese con almeno 10 addetti (al fine di definire una popolazione di riferimento coerente con i dati sull’innovazione) (Tabella 3).

Tabella 3 - La distribuzione regionale della R&S nelle imprese italiane con almeno 10 addetti

REGIONI NUTS2	Spesa per R&S nel 2004	
	Valori assoluti (migliaia di euro)	Percentuale sul totale nazionale
Piemonte	1.438.486	20,2
Valle d'Aosta	8.294	0,1
Lombardia	2.242.339	31,4
Liguria	246.754	3,5
Prov. di Bolzano	31.753	0,4
Prov. di Trento	25.473	0,4
Veneto	361.434	5,1
Friuli Venezia Giulia	163.946	2,3
Emilia Romagna	801.221	11,2
Toscana	319.500	4,5
Umbria	28.700	0,4
Marche	94.313	1,3
Lazio	603.477	8,5
Abruzzo	104.722	1,5
Molise	3.219	0,0
Campania	361.489	5,1
Puglia	93.643	1,3
Basilicata	19.393	0,3
Calabria	6.509	0,1
Sicilia	171.608	2,4
Sardegna	10.426	0,1
Nord-Ovest	3.935.873	55,1
Nord-Est	1.383.827	19,4
Centro	1.045.990	14,7
Mezzogiorno	771.009	10,8
ITALIA	7.136.699	100,0

Fonti:

Elaborazioni Istat su dati della Rilevazione sull'innovazione nelle imprese. Anni 2002-2004
Istat, Rilevazione sulla Ricerca e Sviluppo intra-muros in Italia. Anno 2004

La spesa per l'innovazione mostra una forte concentrazione regionale. Il 70 per cento di tale spesa è infatti concentrato nelle regioni del Nord, con la Lombardia che da sola contribuisce a circa un terzo del totale nazionale. Seguono Emilia Romagna, Veneto e Piemonte che complessivamente assorbono un altro terzo della spesa nazionale. Tra le rimanenti regioni il Lazio ha il ruolo principale (10,4 per cento), mentre il resto della spesa (poco più di un quarto) è distribuito in maniera uniforme tra le altre regioni del Centro e del Mezzogiorno (con quote che variano dal 4,2 per cento della Toscana allo 0,2 per cento del Molise).

Riguardo alla spesa per R&S¹, si osserva una evidente polarizzazione degli investimenti nel Nord. Nel 2004 la spesa per R&S è stata sostenuta prevalentemente dalle imprese del Nord-Ovest (55,1 per cento della spesa), seguite da quelle del Nord-Est (19,4 per cento), del Centro (14,7 per cento) e, infine, del Mezzogiorno che contribuisce alla spesa nazionale con una quota complessiva di poco superiore al 10 per cento. La spesa per R&S delle imprese è fortemente concentrata in poche regioni – Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna e Lazio – che coprono oltre il 70 per cento del totale. Le sole Lombardia e Piemonte concentrano metà della spesa totale per R&S delle imprese. Tra le rimanenti regioni un contributo significativo è fornito da Lazio (8,5 per cento), Toscana (5,1 per cento) e Campania (4,5 per cento), mentre una quota marginale - circa 7 per cento - è attribuibile al resto del Centro-Sud, anche se in diverse regioni (Molise, Calabria, Sardegna e Basilicata) tale quota è quasi nulla.

Avendo l'opportunità di confrontare per la prima volta i due indicatori di spesa per innovazione e di spesa per R&S delle imprese italiane, appare evidente che – con l'eccezione di un ruolo leader di Emilia-Romagna e Veneto nel campo dell'innovazione e del Piemonte nel campo della R&S – la distribuzione regionale di questi due indicatori è molto simile. Tuttavia l'indicatore di spesa per innovazione e quello di spesa di R&S descrivono, soprattutto con riferimento alla loro distribuzione territoriale, due fenomeni essenzialmente diversi seppure, evidentemente, non indipendenti l'uno dall'altro.

In primo luogo, infatti, la R&S è in una certa misura (per quanto cioè riguarda la ricerca applicata e lo sviluppo sperimentale) già ricompresa, come attività, all'interno dei processi di innovazione. Di conseguenza, all'interno della spesa per innovazione va considerata anche la spesa per R&S che ne rappresenta una quota storicamente stimata intorno al 25 per cento. Una parte dei progetti di innovazione delle imprese si basa, infatti, su ricerche svolte all'interno delle imprese stesse; d'altra parte, però, le statistiche sull'innovazione sono state progettate proprio per rilevare le attività di innovazione - in termini di nuovi prodotti e nuovi processi – che traggono origine dall'acquisizione esterna di conoscenze, impianti e materiali e che non sono necessariamente legate ai risultati della R&S interna.

Tale distinzione tra la R&S – intesa come l'investimento nella “creazione di conoscenza assolutamente originale” – e l'innovazione – ovvero, l'applicazione nell'attività d'impresa di nuove conoscenze, tecnologie e materiali, indipendentemente dal fatto che provengano dall'interno o dall'esterno dell'impresa – ha una valenza ancora più forte se declinata a livello territoriale.

La R&S, infatti, può essere descritta come un'attività fortemente radicata a livello territoriale perché essa implica un impegno tecnico e finanziario di non breve periodo nell'ipotesi che una determinata combinazione di competenze professionali, di apparecchiature, di infrastrutture, operanti in uno specifico luogo fisico, possa realizzare un incremento verificabile delle conoscenze, scientifiche o tecnologiche, esistenti. Tale attività ha almeno tre caratteristiche fondamentali, con riferimento al territorio: la prima è di essere alimentata da un ambiente esterno (sociale, culturale, istituzionale, ecc.) favorevole alla circolazione della conoscenza e al confronto tra i ricercatori; la seconda è di essere difficilmente trasferibile in un diverso contesto territoriale senza interrompere ed annullare quei processi di “decantazione” che sono intrinseci all'accumulo della conoscenza e che richiedono tempo per svilupparsi, rafforzarsi e portare a risultati positivi; la terza è che i risultati di tale attività sono invece, paradossalmente, assai difficili da “trattenere” in un dato ambito territoriale, anche al fine di godere dei vantaggi economici degli investimenti sostenuti. Se, infatti, una regione può avere esperienze di eccellenza nello svolgimento di attività di R&S e può cercare di trattenere sul suo territorio tali capacità (o attrarne di nuove), i risultati di tale ricerca saranno necessariamente destinati ad essere utilizzati e a generare ricchezza anche fuori dal territorio di tale regione. Ciò è

¹ Si tratta della R&S “intra-muros”, ovvero quella svolta dalle imprese al proprio interno e con l'utilizzo di proprio personale e proprie infrastrutture. Sono quindi escluse le commesse affidate a soggetti esterni, pubblici o privati, per lo svolgimento di attività di R&S.

inevitabile sia a causa dei processi “commerciali” di trasferimento della conoscenza, che attraverso i fenomeni di “spill-over”, ovvero di diffusione non intenzionale, della conoscenza scientifica e tecnologica che non è, per sua natura, totalmente codificabile e soggetta ad appropriazione esclusiva.

Totalmente diversa è la prospettiva della spesa per innovazione. In questo caso, un’impresa, dopo aver individuato un territorio in grado di garantire un vantaggio competitivo alle proprie attività, vi concentra tutte le conoscenze – scientifiche, tecnologiche, organizzative – che è in grado di acquisire da qualsiasi fonte disponibile (ovviamente, investendo anche in R&S, se necessita di conoscenze non ancora disponibili) al fine di rendere le proprie strutture competitive sulla base dell’utilizzo delle più efficaci soluzioni organizzative, nonché dei più avanzati ed efficienti processi produttivi e della capacità di offrire sul mercato beni e servizi con il miglior rapporto qualità/prezzo.

In sintesi, i due indicatori della spesa per R&S e della spesa per innovazione, sebbene apparentemente simili, misurano – con riferimento alla dimensione regionale – due fenomeni essenzialmente diversi:

il livello di spesa per R&S in una regione misura l’impegno dei soggetti ivi localizzati (in questo caso, le imprese) nell’accumulo di capacità “creative” che rendono possibile la creazione di nuove conoscenze, ma non rappresenta necessariamente un indicatore della capacità di trasformarle in ricchezza privata o sociale;

il livello di spesa in innovazione in una regione misura, al contrario, l’impegno economico del settore privato per concentrare in un territorio le conoscenze e le competenze necessarie per rendere le strutture produttive ivi presenti più competitive e, di conseguenza, in grado di generare ricchezza, con ovvie ricadute sul livello di benessere del territorio stesso.

Anche la numerosità dei soggetti coinvolti in questi due processi marca una sostanziale differenziazione: da poche decine a poche centinaia di centri di R&S in ciascuna regione, ad alcune migliaia di unità locali impegnate mediamente in innovazione nelle singole regioni.

Al fine di mettere in evidenza la diversa natura dei due indicatori, si è proceduto a calcolare (Tabella 4) due diversi indicatori di “intensità innovativa”.

Sia la spesa per innovazione, che la spesa per R&S sono rapportate al valore aggiunto regionale realizzato dal settore dell’industria e dei servizi (i dati sono riferiti al 2004).

Tabella 4 - Indicatori di intensità innovativa e produttività del lavoro delle imprese italiane con almeno 10 addetti per regione.

REGIONI NUTS2	Valore aggiunto Valori assoluti (milioni di euro)(1)	Valore aggiunto per occupato(1)	Indicatori di intensità innovativa			
			Spesa per innovazione nel 2004(2)		Spesa per attività interne di R&S nel 2004(3)	
			% sul valore aggiunto	Variazioni % rispetto al dato nazionale	% sul valore aggiunto	Variazioni % rispetto al dato nazionale
Piemonte	82.669	59.308	3,7	0,5	1,7	1,0
Valle d'Aosta	2.238	61.143	3,5	0,3	0,4	-0,4
Lombardia	223.860	65.349	4,3	1,2	1,0	0,3
Liguria	26.301	63.868	2,3	-0,9	0,9	0,2
Prov. di Bolzano	9.882	61.074	3,3	0,1	0,3	-0,4
Prov. di Trento	9.366	62.859	4,4	1,2	0,3	-0,5
Veneto	98.569	59.229	3,2	0,1	0,4	-0,4
Friuli Venezia Giulia	21.528	55.585	4,0	0,8	0,8	0,0
Emilia Romagna	87.941	59.897	3,8	0,7	0,9	0,2
Toscana	66.327	57.189	1,9	-1,2	0,5	-0,3
Umbria	12.838	53.205	1,8	-1,3	0,2	-0,5
Marche	25.591	51.471	2,7	-0,4	0,4	-0,4
Lazio	98.511	68.889	3,2	0,0	0,6	-0,1
Abruzzo	16.256	51.671	3,7	0,6	0,6	-0,1
Molise	3.326	47.998	1,4	-1,7	0,1	-0,6
Campania	54.209	49.560	2,1	-1,0	0,7	-0,1
Puglia	38.659	49.774	1,3	-1,8	0,2	-0,5
Basilicata	6.031	47.046	2,1	-1,1	0,3	-0,4
Calabria	17.115	51.613	0,8	-2,4	0,0	-0,7
Sicilia	42.604	52.179	1,7	-1,5	0,4	-0,3
Sardegna	17.831	51.715	1,3	-1,8	0,1	-0,7
Nord-Ovest	335.068	63.606	4,0	0,8	1,2	0,4
Nord-Est	227.285	59.336	3,6	0,4	0,6	-0,1
Centro	203.268	61.073	2,6	-0,5	0,5	-0,2
Sud	135.596	49.958	1,9	-1,3	0,4	-0,3
Isole	60.435	52.041	1,6	-1,6	0,3	-0,4
ITALIA	961.652	58.989	3,2	0,0	0,7	0,0

Fonti:

(1) ISTAT - Conti economici regionali. Anno 2004.

(2) Elaborazioni ISTAT su dati della Rilevazione sull'Innovazione nelle Imprese. Anni 2002-2004 (CIS).

(3) ISTAT, Rilevazione sulla Ricerca e Sviluppo intra-muros (R&S) in Italia. Anno 2004.

Osservando quindi i costi sostenuti per l'innovazione², rapportati alla ricchezza regionale, si conferma la tendenza alla concentrazione territoriale degli investimenti innovativi, con un ruolo trainante del Nord e un forte ritardo del Sud. In particolare, le regioni con il più alto livello di spesa per innovazione sul valore aggiunto sono la Provincia di Trento (4,4 per cento), la Lombardia (4,3 per cento) e il Friuli Venezia Giulia (4,0 per cento). Altre regioni che hanno investito in innovazione una quota del valore aggiunto superiore alla media nazionale (3,2 per cento) sono l'Emilia Romagna (3,8 per cento) e il Piemonte (3,7 per cento). Infine, nelle regioni centro-meridionali e insulari, ad eccezione delle buone performance innovative dell'Abruzzo (3,7 per cento) e, in misura minore, del Lazio (3,2 per cento), si raggiungono livelli di spesa per innovazione su valore aggiunto molto lontani dalla media nazionale, con un primato negativo per la Calabria la cui spesa per innovazione non supera l'1 per cento del valore aggiunto regionale. E' evidente la distinzione tra regioni dove – a prescindere dal livello assoluto di spesa per innovazione – le imprese investono in nuovi prodotti e processi in proporzione alla ricchezza creata (almeno con riferimento alla media nazionale) e le regioni che si discostano da tale media o perché le imprese presenti sul loro territorio investono proporzionalmente più della media o perché – proprio quando dovrebbero investire maggiormente per recupero il loro ritardo – investono proporzionalmente meno della media nazionale.

Misurando l'intensità innovativa regionale come quota percentuale della spesa in R&S sul valore aggiunto, le disparità territoriali si amplificano, riflettendo le differenze dei "sistemi di ricerca" regionali, soprattutto nel confronto Nord-Sud. Le regioni del Nord mostrano comunque una maggiore variabilità di questo indicatore rispetto a quella emersa dall'analogo indicatore di innovazione.

Infatti la Lombardia risulta la regione a più alta intensità di R&S (1,7 per cento) seguita dal Piemonte che, con l'1 per cento del suo valore aggiunto investito in R&S, conferma di avere una struttura di ricerca industriale più ampia di quella di altre regioni con un forte tessuto industriale e, in particolare, del Veneto che, destinando alla R&S solo lo 0,4 per cento del valore aggiunto, resta al di sotto della media nazionale (0,7 per cento). Al Centro il Lazio, la regione più attiva sotto il profilo innovativo, si attesta su un rapporto della spesa in R&S sul valore aggiunto inferiore a quello nazionale, e nel Sud quasi tutte le regioni (ad eccezione della Campania, che è in linea con la media nazionale) mostrano rapporti significativamente bassi. La Calabria, infine, è la regione con il dato più basso, destinando alla spesa in R&S una quota del valore aggiunto prossima allo zero.

Il caso del Lazio è comunque emblematico della necessità di interpretare gli indicatori sulla spesa per R&S delle imprese con la cautela resa necessaria dalla complessità e dalla diversità dei sistemi regionali di ricerca. In contesti regionali (come anche nazionali) dove esiste un forte ruolo della ricerca pubblica (sia delle istituzioni di ricerca, sia delle università) nello sviluppo dei processi di ricerca anche del settore privato (in un quadro spesso evocato dal concetto della "tripla elica" gli indicatori di ricerca privata sono insufficienti a cogliere le potenzialità complessive del sistema. In sintesi, si conferma che se per l'innovazione le imprese possono "fare da sole", ciò non è altrettanto possibile per quanto riguarda lo sviluppo di contesti di ricerca avanzati, dove le attività di incremento delle conoscenze svolte dagli organismi pubblici di ricerca riveste un ruolo centrale.

Al fine di valutare i citati indicatori di intensità innovativa anche con riferimento ad un indicatore di produttività, vengono infine riportati due grafici che mettono in relazione i rapporti spesa per innovazione su valore aggiunto e spesa per R&S su valore aggiunto con la produttività del lavoro, a livello regionale, espressa come rapporto tra valore aggiunto e occupati.

L'obiettivo è di valutare se, ed in quale misura, le regioni caratterizzate da migliori performance economiche in termini di produttività registrino anche livelli di intensità innovativa superiori in termini di risorse destinate all'innovazione e alla R&S. I grafici 2 e 3 mostrano una relazione positiva tra produttività e performance innovative: le regioni più produttive registrano

² I dati utilizzati nel prosieguo del paragrafo sono quelli regionalizzati secondo il metodo messo a punto dall'Istat e descritto sopra.

anche performance innovative superiori, ad eccezione del Lazio che registra importanti livelli di produttività a fronte di un modesto impegno innovativo. Le regioni del Centro-Sud e quelle insulari, che sono tradizionalmente le meno produttive, sono tendenzialmente anche quelle meno impegnate in innovazione e R&S.

Una tale presentazione conferma il forte nesso esistente tra produttività del lavoro e innovazione, mentre più debole appare il legame con la R&S. Un tale quadro è coerente con la natura degli indicatori utilizzati ma mostra anche dei limiti intrinseci. Si deve infatti rilevare che un'attenta analisi regionale delle performance innovative ed economiche non dovrebbe prescindere da un esame della composizione settoriale e della struttura dimensionale delle imprese presenti nelle diverse regioni.

Una forte complementarità tra R&S e innovazione appare comunque strettamente legata a livelli di produttività elevati in alcune realtà territoriali (Lombardia e Emilia-Romagna), mentre in altri contesti regionali ciò non emerge, sia perché non tutte le imprese tendono ad attivare (e, comunque, non con la stessa intensità) la R&S come fonte innovativa strategica (caso Veneto), sia perché una parte dei risultati della R&S non esauriscono i loro effetti positivi nell'innovazione introdotta a livello locale ma sono anche, presumibilmente, acquisiti e utilizzati come input innovativo dalle imprese presenti in altre regioni italiane (caso del Piemonte). Un discorso a parte va fatto per le regioni del Centro e del Mezzogiorno, in cui non solo si registrano i più bassi livelli di intensità innovativa, ma non sembra neppure esserci una relazione diretta tra performance economiche e innovative: infatti, regioni come la Campania e la Basilicata, pur essendo caratterizzate da performance innovative relativamente buone se confrontate con la media delle regioni meridionali, mostrano livelli di produttività inferiori rispetto a quelli registrati da regioni come la Sicilia, la Sardegna e la Calabria dove la produttività del lavoro è maggiormente influenzata da altri fattori.

Grafico 2 -Posizionamento relativo delle regioni italiane in termini di spesa innovativa su valore aggiunto e valore aggiunto per occupato (Anno 2004)

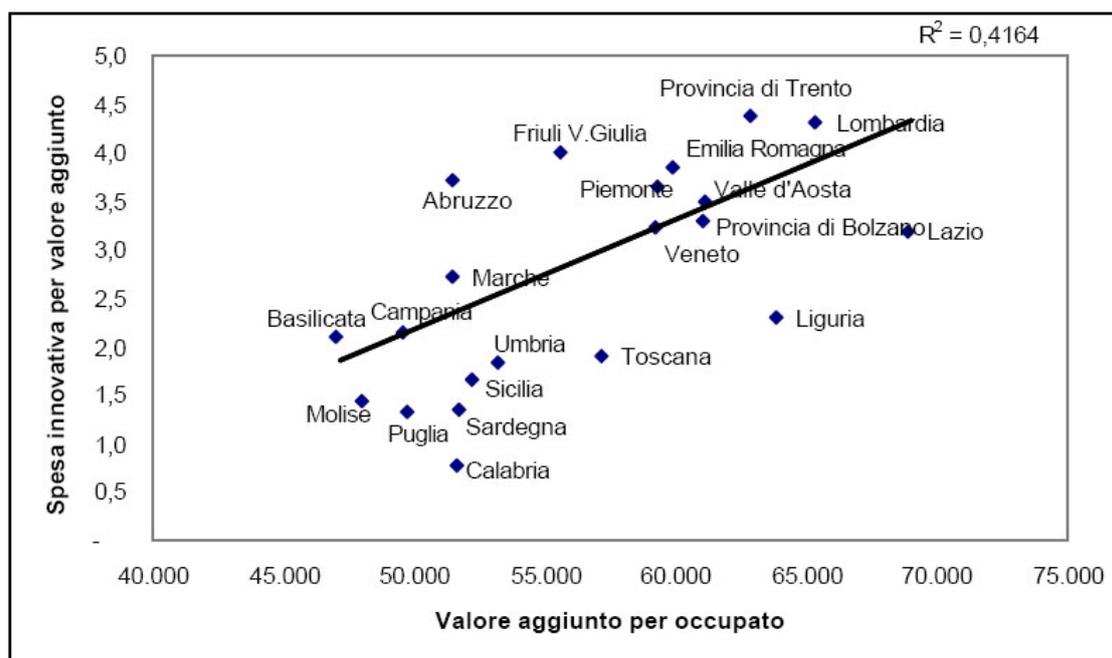
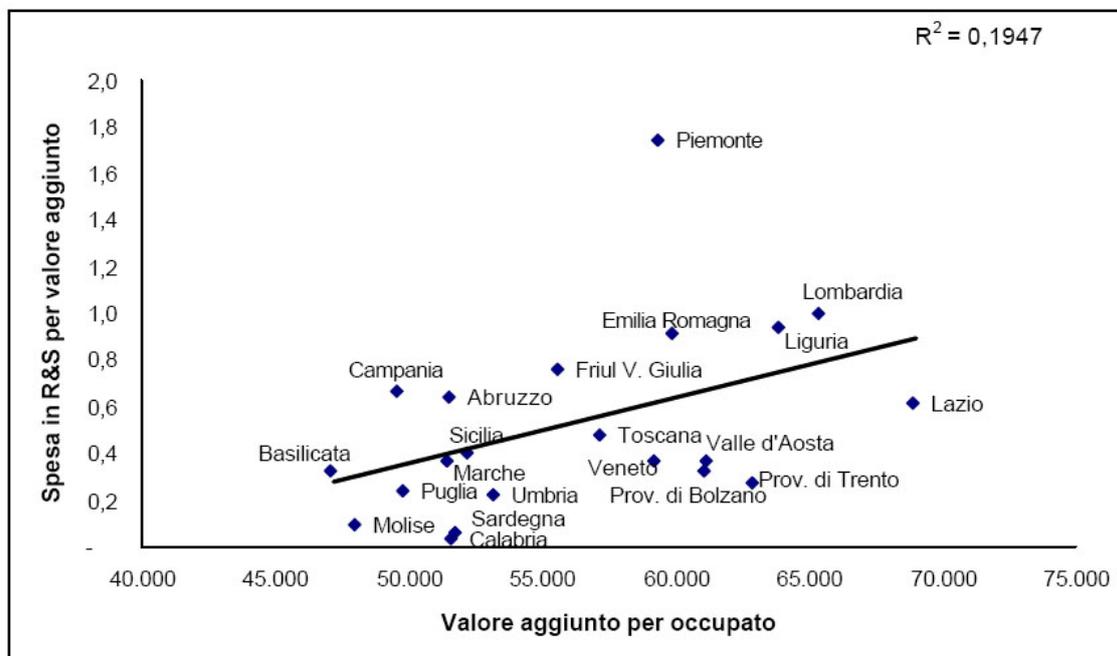


Grafico 3 - Posizionamento relativo delle regioni italiane in termini di spesa in R&S su valore aggiunto e valore aggiunto per occupato (Anno 2004)



4. Un terzo indicatore delle capacità scientifiche e tecnologiche delle regioni: i brevetti

La forte complementarità osservata, a livello regionale, tra indicatori di spesa per innovazione e indicatori di spesa per R&S può essere verificata anche considerando altri indicatori delle capacità scientifiche e tecnologiche regionali, ad esempio gli indicatori brevettuali.

Il brevetto è un diritto riconosciuto dallo Stato ad un inventore in cambio della pubblicazione della sua invenzione; esso conferisce all'inventore, per un periodo definito e sotto particolari condizioni, il monopolio sull'utilizzazione commerciale del ritrovato tecnico. I brevetti rappresentano una preziosa fonte di informazioni sugli sviluppi del progresso tecnico in una dimensione spaziale e temporale. Il brevetto, che viene generalmente considerato come il risultato dell'attività di R&S di un soggetto pubblico o privato, riflette anche attività inventive svolte al di fuori dei laboratori di ricerca quali la progettazione, il controllo di qualità, i servizi tecnici, la produzione, le attività inventive non strutturate.

Per quanto riguarda le fonti di dati sui brevetti, si possono individuare tre tipi di organizzazioni: i singoli uffici brevetti nei vari paesi, alcune organizzazioni internazionali, imprese commerciali che offrono servizi di elaborazione dell'informazione. Gli indicatori comunemente impiegati nell'analisi dei brevetti considerano le domande di brevetto presentate e i brevetti rilasciati, ripartiti per tipo di inventore, per paese (o regione) di residenza dell'inventore, per tipo di tecnologia.

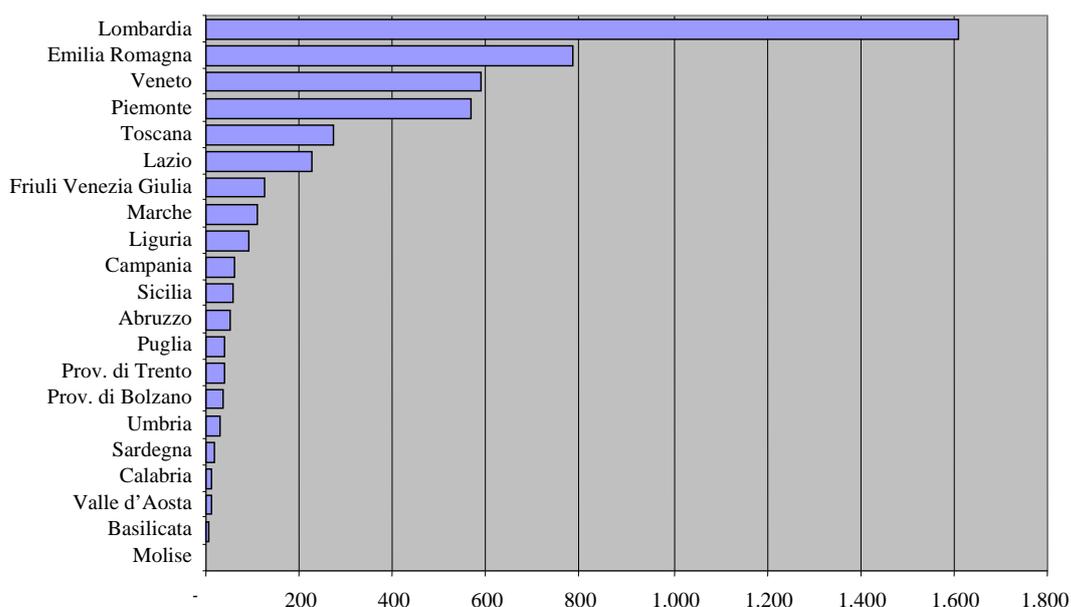
Analisi più specifiche permettono di analizzare le citazioni della letteratura scientifica contenute nella documentazione brevettuale, consentendo di misurare il legame tra lo sviluppo scientifico del mondo della ricerca pubblico e l'applicazione pratica del mondo industriale (nel campo delle biotecnologie tali dati hanno permesso di verificare un legame molto stretto tra i due settori).

Nelle comparazioni a livello internazionale vengono ormai correntemente utilizzati i dati provenienti dall'Ufficio europeo dei brevetti (EPO) e quelli dall'Ufficio brevetti degli USA (USPTO). Ciascuna delle fonti risente dell'"effetto paese" e quindi l'immagine che si ottiene è diversa a seconda della fonte dei dati. Un tentativo di superare, almeno parzialmente, questo problema consiste nell'identificare le "famiglie di brevetti" depositati negli uffici brevetti dei paesi della Triade (EPO, USPTO e l'Ufficio brevetti giapponese). Un più avanzato progetto (PATSTAT), condotto in collaborazione tra OCSE, Eurostat, EPO, WIPO (l'Organizzazione Mondiale per la Proprietà Intellettuale) e i principali Uffici brevetti nazionali, è attualmente finalizzato a rendere disponibile agli analisti un database integrato a livello internazionale di dati brevettuali riclassificati con metodologie comuni. Nell'ambito di tale progetto è anche prevista l'individuazione della regione in cui il brevetto è stato sviluppato e la conseguente produzione automatica di indicatori regionalizzati sui brevetti per le principali aree geografiche mondiali.

Il Grafico 4 propone, con riferimento ai dati sui brevetti depositati presso l'Ufficio europeo dei brevetti di Monaco di Baviera (EPO) nel 2003 da residenti italiani, una distribuzione regionale della capacità brevettale in Italia. Il dato relativo al numero di brevetti presentati per ciascuna regione è calcolato dall'Eurostat per il totale dei brevetti EPO che contengono l'indicazione della residenza dell'inventore (o, in alternativa, quella del possessore del brevetto stesso). Nel caso di più inventori residenti in regioni diverse, l'Eurostat procede assegnando a ciascuna regione una frazione del brevetto in esame.

E' facilmente verificabile che le regioni già individuate sulla base dei dati relativi alla R&S e all'innovazione sulle imprese come quelle con maggiore capacità "tecnologica", guidano anche la graduatoria delle regioni con maggiore capacità brevettale. In particolare, il 34% dei brevetti italiani viene sviluppato in Lombardia e circa il 75% in sole quattro regioni: Lombardia, Emilia-Romagna, Veneto e Piemonte. Meno del 5% dei brevetti è sviluppato nel Lazio che, come abbiamo visto, assorbe oltre il 50% della spesa pubblica per R&S.

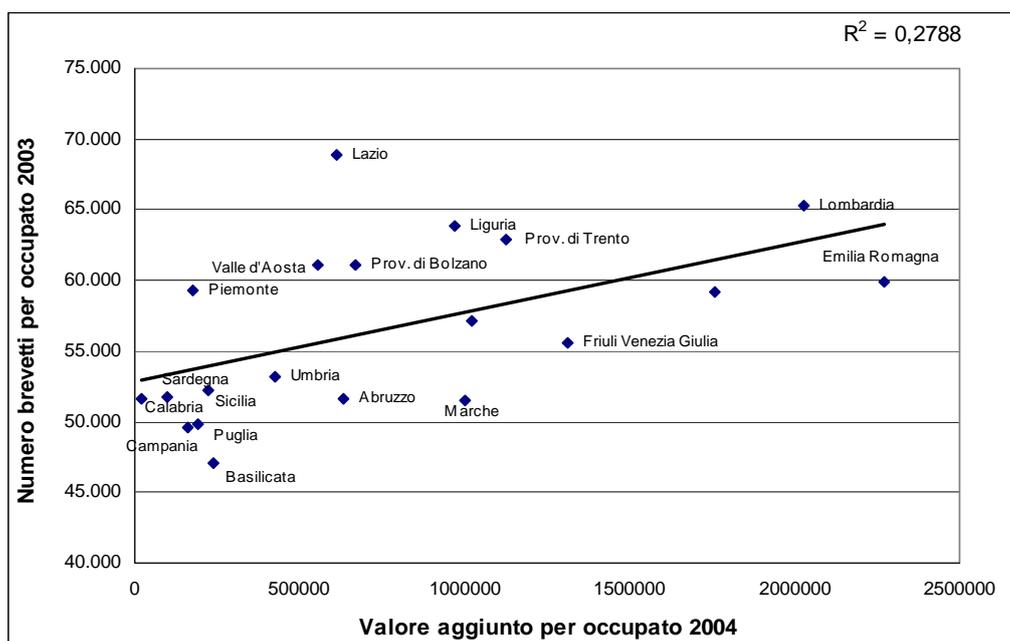
Grafico 4. Domande di brevetto depositate presso l'EPO da residenti italiani, per regione. Anno 2003



Fonte: European patent Office - Eurostat

Nel Grafico 5 l'indicatore del numero di brevetti depositati nelle singole regioni italiane diviso per il numero di occupati (si ricorda che gli ultimi dati disponibili, di fonte EPO-Eurostat, sono relativi al 2003) vengono posti in relazione – in parallelo a quanto fatto per le spese per innovazione ed R&S nei grafici 2 e 3 – con il valore aggiunto per addetto regionale.

Grafico 5 – Spesa per l'innovazione, per R&S e brevetti depositati nelle regioni italiane



Anche per il rapporto brevetti-produttività del lavoro emerge una significativa correlazione che conferma l'influenza dei processi di sviluppo della conoscenza sui livelli di produttività a scala territoriale. Anche in questo caso, alcune regioni appaiono possedere dei meccanismi più efficaci di traduzione della capacità inventiva e innovativa in competitività economica, ad esempio, Lombardia ed Emilia-Romagna. Altre regioni – soprattutto nel Mezzogiorno - mostrano, invece, più ridotte capacità scientifiche e tecnologiche insieme a livelli più bassi di produttività. Non mancano gli outliers, ad esempio il Lazio, che sembra non riescano a valorizzare pienamente, almeno in termini di produttività, la loro capacità inventiva ed innovativa (che è comunque fortemente concentrata in alcune aree sub-regionali ed alcuni settori, se non addirittura, alcune imprese).

I dati brevettuali presentati, che in quanto indicatori riflettono soltanto uno dei molteplici aspetti del complesso fenomeno dell'innovazione, rafforzano l'ipotesi di una convergenza degli indicatori di scienza e tecnologia a livello regionale e questa è l'evidenza che emerge spesso dai numerosi esercizi di "benchmarking" delle capacità scientifiche e tecnologiche regionali svolti – a livello europeo o nazionale – sulla base di gruppi più o meno ampi di indicatori. In generale, i soggetti che svolgono un ruolo chiave nella creazione e nella diffusione della conoscenza sono identificabili, a livello locale, con relativa facilità (imprese high-tech, università, centri di ricerca, ecc.) e i relativi indicatori (spese per R&S, brevetti, bilancia tecnologica, pubblicazioni, ecc.) sono sostanzialmente convergenti. Le prospettive di sviluppo di indicatori su ricerca e innovazione a livello locale sono piuttosto legate all'approfondimento – se non allo sviluppo – di metodi per la misurazione della dimensione "sistemica" dei processi scientifici e tecnologici.

CAPITOLO 8

IL BENCHMARKING DELL'INNOVAZIONE NELLE REGIONI ITALIANE

di Giulio Perani e Stefano Sirilli

1. Il benchmarking

Il *benchmarking* può essere definito come un "analisi comparata delle prestazioni rispetto ad uno standard ottimale". Kearnes lo definisce come "Il processo continuo di misurazione dei prodotti, dei servizi e delle pratiche rispetto ai concorrenti o alle imprese considerate come leader del settore" (Kearnes, 1986). Esso consiste in una tecnica messa a punto nella disciplina del marketing, che consente di individuare le modalità ottimali per raggiungere un determinato obiettivo produttivo e, dunque, una "pratica migliore" (*best practice*). Un'impresa multinazionale può comparare le produzioni dello stesso bene nelle varie filiali ed individuare quella che ha il miglior rendimento, o che usa le soluzioni migliori, e definire dunque le pratiche migliori per la sua realizzazione (Camp, 1989).

In una prospettiva più ampia il *benchmarking* può essere interpretato come uno strumento per migliorare le prestazioni di imprese, organizzazioni, o qualsiasi altro sistema complesso mediante un processo che prevede tre fasi: il confronto delle prestazioni delle diverse componenti dell'organizzazione con quelle della componente più efficiente; lo studio delle modalità con cui sono state ottenute le prestazioni migliori; l'utilizzo delle informazioni raccolte per migliorare le prestazioni complessive dell'organizzazione.

Fondamentalmente, tutti i processi possono essere oggetto di un'attività di *benchmarking* che, in sostanza si basa sull'ipotesi che l'esperienza acquisita in un contesto di successo possa essere diffusa con risultati positivi anche in contesti simili rendendoli più efficienti ed efficaci. Sebbene il *benchmarking* si sia diffuso a partire dal settore delle imprese private, esso è divenuto, con il passare del tempo, una tecnica di successo per il confronto e la valutazione di sistemi politici e sociali in un mondo sempre più globalizzato (Paasi, 2005).

Va sottolineato che il *benchmarking* non è un processo che può essere delegato ai tecnici ma richiede, per essere efficace, di divenire parte di un processo di innovazione delle organizzazioni e dei sistemi interessati in cui l'intera struttura – e, in primo luogo, la sua dirigenza – sia fortemente impegnata ad utilizzare la conoscenza acquisita per prendere decisioni circa la trasformazione dei processi esistenti o per la definizione di nuovi modelli di comportamento.

Il risultato del *benchmarking* è dunque la generazione di elementi conoscitivi che siano applicabili in processi di cambiamento e di miglioramento strutturale di sistemi complessi nella prospettiva di modificare il quadro dei vantaggi e svantaggi comparati verso sistemi simili.

Il presente articolo tratta delle metodologie e dei risultati dei processi di *benchmarking* nel campo dell'innovazione, fenomeno non limitato strettamente agli aspetti tecnologici, ma anche organizzativi, produttivi, gestionali, finanziari, delle risorse umane (OECD-EUROSTAT, 2005) non nell'ottica della singola impresa, ma dei sistemi nazionali e locali di innovazione.

Mentre per il settore produttivo il concetto di *benchmarking* ha un suo valore sia teorico che pratico, la sua trasposizione a livello di sistemi scientifici e tecnologici presenta non lievi difficoltà, in particolare perché ciascun sistema di innovazione – nazionale o regionale - è, per definizione, diverso dall'altro e dunque non è possibile individuare, in linea di principio, la *best practice* (Lundvall, 1992).

Il benchmarking nel settore dell'innovazione può far cadere nella trappola della "semplificazione senza senso" quando viene impiegato superficialmente per le politiche pubbliche¹. All'opposto, un'interpretazione rigida del sistema di ricerca può condurre all'esclusione del benchmarking quale strumento per le politiche pubbliche. Si può sostenere che vi sia spazio per il benchmarking quale strumento per le politiche pubbliche a condizione che gli indicatori vengano considerati non come risultati, ma come "punti di partenza" per il dibattito, e che il benchmarking venga inteso come un processo a molti stadi che coinvolge gli analisti, gli attori della ricerca ed i policy maker impegnati in un processo di valutazione strategica e di un mutuo processo di apprendimento.

2. Il benchmarking dell'innovazione e gli indicatori

Nella misurazione dell'innovazione nel contesto economico si possono individuare sostanzialmente due approcci: l'approccio degli indicatori e quello econometrico o modellistico (Grupp e Matial, 2001). Gli indicatori dell'innovazione possono essere utilizzati nella misura in cui siano inseriti in modelli teorici in cui vengono formulate ipotesi circa le relazioni tra processo innovativo e sviluppo economico. Questo tipo di modelli postula, almeno implicitamente, che da un lato l'innovazione consiste in una serie di stadi o attività di vario tipo (come la ricerca di base, la ricerca applicata, lo sviluppo sperimentale, la commercializzazione) che possono condurre a benefici economici di varia natura come incrementi di produttività e crescita economica e, dall'altro, che alcune statistiche rappresentino validi indicatori dei vari stadi del processo innovativo (Geisler, 2000). Allo stato attuale non si è giunti a definire un indicatore sintetico capace di misurare la scienza o l'innovazione (Patel e Pavitt, 1995).

La classica analisi di *benchmarking* prevede il calcolo di specifici indicatori e la definizione delle posizioni relative ai soggetti dell'analisi. In primo luogo è evidentemente necessario definire il campione di soggetti sotto osservazione e, in secondo luogo, raccogliere l'evidenza disponibile che può consentire di definire i "profili" dei soggetti o dei territori considerati, nonché di valutare le loro rispettive posizioni. Tali indicatori saranno, ovviamente, oggetto di valutazione qualitativa e di verifica sulla loro effettiva compatibilità (European Commission, Committee of Regions, 2006).

Una volta definiti i soggetti dell'analisi e gli indicatori utilizzati per la loro valutazione, si procede identificando:

- il valore minimo, per ciascun indicatore o per un indicatore sintetico, osservato all'interno del campione;
- il valore massimo, per ciascun indicatore, osservato all'interno del campione;
- il valore medio di ciascun indicatore;
- i quartili, per ciascun indicatore;
- la deviazione standard che offre una misura della dispersione dei valori degli indicatori rispetto alla media.

Definiti i valori di riferimento o *benchmarks*, la posizione relativa del singolo paese o della singola regione viene derivata mediante il calcolo dei seguenti indici:

- il "valore indice reale", che sintetizza la prestazione, ad esempio, del singolo paese o regione con riferimento a un singolo fenomeno

¹ Per esempio l'uso dell'indicatore di efficienza della spesa pubblica per ReS, calcolato come il rapporto tra il numero di pubblicazioni scientifiche e la spesa per ricerca di base, può condurre a conclusioni completamente opposte a seconda dei dati e delle ipotesi adottate, come dimostrato nella comparazione della produttività dei sistemi scientifici di Francia e Regno Unito (Barré, 2001).

- (brevettazione, spesa per ricerca e sviluppo, diffusione dell'istruzione universitaria, ecc.);
- il "valore percentuale in graduatoria" che definisce il valore osservato di un indicatore in termini percentuali relativamente al valore dello stesso indicatore per gli altri soggetti considerati;
 - il "valore indice di miglioramento" che mostra la distanza del valore osservato di un indicatore per un singolo soggetto con il valore massimo osservato.

Quando emerge la necessità di visualizzare contemporaneamente più indicatori, risulta utile la loro rappresentazione in termini di tavola o grafico. Il "grafico radar", ad esempio, è il tipo di rappresentazione più utilizzata per presentare il confronto tra i valori di più indicatori. Lungo ogni raggio del "radar" vengono presentati i valori di un singolo indicatore per i diversi soggetti considerati. La figura che viene realizzata congiungendo i punti che – su ogni raggio – indicano la prestazione del soggetto osservato sintetizza il suo "profilo", ovvero la sua specificità rispetto a quelli con cui viene raffrontato. Il confronto, invece, tra l'area definita da tale figura e l'area complessiva del grafico offre un'immediata visualizzazione delle potenzialità di miglioramento nelle prestazioni del singolo soggetto esaminato.

Il successo del *benchmarking* è evidentemente anche dovuto a tale capacità di organizzare l'informazione disponibile sulle prestazioni di organizzazioni e sistemi in modo olistico e rendere tale informazione chiaramente fruibile. Una semplice rappresentazione degli indicatori calcolati per ciascun soggetto consente di valutare con facilità sia il suo livello di prestazioni e le possibilità di recupero di performance rispetto ai suoi "competitori".

Un'ulteriore potenzialità del *benchmarking* riguarda la possibilità di elaborare indici compositi che consentono di ottenere una sintesi delle informazioni disponibili.

Lo sviluppo di indicatori compositi nasce dall'esigenza di sintetizzare in un indice unico gli indicatori che descrivono dimensioni diverse della performance di un sistema innovativo. Ovviamente, nessun indicatore composito è totalmente "neutrale", dal momento che la sua costruzione si basa sulla definizione di un modello di relazioni tra i diversi indicatori utilizzati che porta a stabilire una matrice di coefficienti di ponderazione per ciascun indicatore. I coefficienti di ponderazione assegnati a ciascun indicatore possono variare in relazione alla sua potenzialità esplicativa in relazione al fenomeno osservato e, quindi, alla rilevanza dell'indicatore in termini di impatto economico, qualità statistica, tempestività, ecc.

I vari indicatori scientifici e tecnologici di norma non sono espressi in unità omogenee, per esempio il numero di brevetti, di innovazioni, di citazioni e quindi non possono essere messi direttamente a confronto l'un l'altro. In assenza di una ben definita corrispondenza tra i vari dati – per esempio la conversione tra la spesa per ricerca e il numero di brevetti – i vari profili non possono essere aggregati in un unico numero scalare. La situazione è strutturalmente differente da quella del calcolo del Prodotto interno lordo in cui le variabili sono tutte espresse in termini di quantità come costi e prezzi (Grupp, 2003; Grupp, Mogege, 2004).

Per affrontare il problema si ricorre alla costruzione di indicatori compositi (Nardo et al., 2005). La Commissione europea è stata tra i promotori dello sviluppo degli indicatori compositi, calcolati aggregando differenti tipi di indicatori in semplici indici con l'obiettivo di sintetizzare complessi fenomeni multi-dimensionali: "Aggregando un insieme di variabili differenti, gli indicatori compositi permettono di sintetizzare il grande disegno in relazione ad un problema complesso con molte dimensioni" (European Commission, 2003). Va rilevato che l'altra organizzazione internazionale attiva nel campo della misurazione dei vari aspetti dei processi innovativi, l'OCSE, ha scelto di non procedere al calcolo di indicatori compositi nel campo della scienza e della tecnologia (Freudenberg, 2003): nelle sue pubblicazioni statistiche quali ad esempio lo Science, Technology and Industry Scoreboard (OECD, 2005) riporta i dati corredati da commenti sul singolo fenomeno, mentre l'analisi viene effettuata in maniera olistica in pubblicazioni di *policy* quali lo Science, Technology and Industry Outlook (OECD, 2006).

L'impatto del processo di ponderazione sul contenuto informativo di un indicatore composito è assolutamente cruciale. Una ponderazione che sopravvaluti la rilevanza di uno o più indicatori

che possono assumere valori negativi per alcuni soggetti può seriamente minacciare l'utilizzabilità del relativo indicatore composito per un confronto tra le prestazioni dei vari soggetti. Come regola generale, sarebbe sempre necessario tenere presente che i sistemi di ponderazione sottintendono dei giudizi di valore e dipendono strettamente dagli obiettivi sottostanti alla costruzione del singolo indicatore composito.

3. Il benchmarking europeo: l'esperienza dell'Innovation Scoreboard

La principale esperienza di *benchmarking* delle prestazioni nazionali in campo innovativo è quella dello *European Innovation Scoreboard* (EIS) della Direzione Generale sulle Imprese della Commissione europea. L'*Innovation Scoreboard* è uno strumento per la valutazione annuale del livello di sviluppo dei sistemi di innovazione degli Stati membri dell'Unione europea (European Commission, 2006a). Tale *Scoreboard* è stato sviluppato su richiesta del Consiglio europeo di Lisbona, nel 2000. Il principale obiettivo dell'*Innovation Scoreboard* è di valutare la capacità di sviluppo di tecnologie nuove ed avanzate nei paesi europei, raccogliendo indicatori in grado di registrare l'evoluzione in campo tecnologico dei singoli Paesi e, più in generale, la capacità dell'Unione europea di conseguire l'obiettivo stabilito nel 2000 a Lisbona di divenire entro il 2010 "l'economia, basata sulla conoscenza, più competitiva e dinamica al mondo".

L'*Innovation Scoreboard* è basato su indicatori di innovazione disponibili per i 27 Stati membri della Ue, nonché per gli Stati associati e per quelli candidate all'adesione e, infine, per i maggiori competitori internazionali, come Giappone e Stati Uniti.

La performance innovativa di questi Paesi viene "misurata" sulla base (con riferimento all'edizione 2006) di una lista di 25 indicatori chiave come, ad esempio, il numero di laureati in materie scientifiche o il numero di brevetti depositati in un dato anno. Dal momento che la quasi totalità di tali indicatori viene prodotta nell'ambito del "sistema statistico europeo" o con metodologie comparabili per tutti i paesi considerati, l'*Innovation Scoreboard* può essere legittimamente considerato un esempio di *benchmarking*, ovvero un esercizio che offre una misurazione sintetica delle differenze tra Paesi in termini di attività innovative (individuando, intrinsecamente, le "pratiche migliori" in tale contesto).

3.1 Il benchmarking a livello nazionale

Il quadro concettuale dell'*Innovation Scoreboard* prevede l'individuazione di due grandi gruppi di indicatori relativi, rispettivamente, a cinque dimensioni dell'attività innovativa riferite, a loro volta, ai fenomeni di input e ai fenomeni di output dei processi innovativi.

Gli indicatori di input sono riferiti alle dimensioni:

- *driver dell'innovazione* (5 indicatori), con cui si misurano le condizioni strutturali necessarie per lo sviluppo del potenziale innovativo di un determinato territorio;
- *creazione di conoscenza* (4 indicatori), che misurano gli investimenti in ricerca e sviluppo (R&S), come elemento chiave per lo sviluppo di una evoluta economia basata sulla conoscenza;
- *capacità innovativa e imprenditoriale* (6 indicatori), che misura l'impegno del settore delle imprese nello sviluppo di progetti di innovazione.

Gli indicatori di OUTPUT sono riferiti alle dimensioni:

- *grado di diffusione delle tecnologie* (5 indicatori), che misurano la performance, sia sul lato del lavoro, che dell'efficienza d'impresa, dei settori innovativi, anche

- in termini di contributo – misurato dal valore aggiunto settoriale – alla ricchezza nazionale;
- *proprietà intellettuale* (5 indicatori), che misurano i risultati acquisiti nella diffusione di competenze e know-how all'interno del sistema produttivo.

Nella Tabella 1 sono presentati i 25 indicatori considerati con i valori 2006 per l'Unione europea nel suo complesso, i Paesi leader continentali, Giappone e Usa. Come si può osservare, i 25 indicatori sono molto eterogenei. Da un lato, tale eterogeneità è voluta al fine di offrire un quadro il più completo e articolato possibile delle capacità e attività innovative dei Paesi europei. Dall'altro, però, tale eterogeneità suggerisce delle cautele nell'interpretazione degli indicatori compositi che possono essere calcolati sulla base di una loro aggregazione. E' evidente che esiste un trade-off tra completezza del quadro che si intende sintetizzare e coerenza degli elementi che lo vanno a comporre.

D'altra parte, il processo di selezione di tali indicatori è stato particolarmente lungo e complesso a partire dall'individuazione degli indicatori disponibili per offrire un quadro dei fenomeni oggetto di analisi. Considerazioni politiche – ad esempio la percezione dell'efficacia descrittiva di un indicatore presso il pubblico e i *policy maker* – e valutazioni tecniche – sul grado di correlazione tra indicatori e il rischio di ridondanza – hanno portato a selezionare una lista provvisoria che si è poi ridotta all'attuale lista di 25 indicatori.

I 25 indicatori selezionati sono, di fatto, largamente riconosciuti come validi ed affidabili, anche se ciascuno di essi deve comunque essere opportunamente utilizzato tenendo conto dei fattori che possono influenzarlo – direttamente o indirettamente – distorcendo la corretta percezione di un fenomeno innovativo a livello di singolo Paese o regione. Ad esempio, il livello di spesa per R&S delle imprese sul Prodotto interno lordo non dipende soltanto dalla propensione delle imprese ad investire in R&S, o alla profittabilità attesa di un tale investimento in un dato contesto, ma anche dalla struttura settoriale e dimensionale del comparto industriale in un determinato paese o regione.

Tabella 1 - I leader dell'innovazione

	EU25	EU15	EUROPEAN INNOVATION LEADERS			US	JP
RISORSE UMANE							
1.1 Laureati e dottorati in materie scientifiche	12,7	13,6	IE (23,1)	FR (22,0)	UK (18,1)	10,2	13,4
1.2 Popolazione con diploma di laurea	22,8	24,0	FI (34,6)	DK (33,5)	EE (33,3)	38,4	37,4
1.3 Diffusione di banda larga	10,6	12,0	IS (22,5)	NL (22,4)	DK (22,0)	14,9	16,3
1.4 Formazione continua	11	12,1	SE (34,7)	UK (29,1)	DK (27,6)	-	-
1.5 Grado/Livello d'istruzione giovanile	76,9	74,1	NO (96,3)	SK (91,5)	SI (90,6)	-	-
CREAZIONE DI CONOSCENZA							
2.1 Spesa pubblica in R&S	0,65	0,66	IS (1,17)	FI (0,99)	SE (0,92)	0,68	0,74
2.2 Spesa delle imprese in R&D	1,2	1,24	SE (2,92)	FI (2,46)	CH (2,16)	1,87	2,39
2.3 Quota di R&S nei settori medium-high-tech e high tech	-	89,2	SE (92,7)	DE (92,3)	CH (92,0)	89,9	86,7
2.4 Imprese che ricevono finanziamenti pubblici per attività innovative	-	-	LU (39,3)	IE (27,8)	AT (17,8)	-	-
INNOVAZIONE & IMPRESA							
3.1 PMI innovative	-	-	IE (47,2)	IS (46,5)	DE (46,2)	-	15,3
3.2 PMI coinvolte in cooperazione tecnologica	-	-	DK (20,8)	SE (20,0)	FI (17,3)	-	6,9
3.3 Spesa in innovazione	-	-	SE (3,47)	EL (3,08)	DE (2,93)	-	-
3.4 Investimenti in venture capital per le fasi iniziali dell'impresa	-	0,023	DK (0,068)	SE (0,067)	UK (0,048)	0,072	-
3.5 Spesa in ICT	6,4	6,4	EE (9,8)	LV (9,6)	SE (8,6)	6,7	7,6
3.6 PMI che presentano innovazioni nell'organizzazione (non tecn.)	-	-	CH (63,0)	LU (58,4)	DK (57,1)	-	-
APPLICAZIONI							
4.1 Occupazione nei servizi high-tech	3,35	3,49	SE (5,13)	IS (4,97)	DK (4,69)	-	-
4.2 Esportazioni di prodotti high-tech	18,4	17,7	MT (55,9)	LU (29,5)	IE (29,1)	26,8	22,4
4.3 (Quota di) Vendite di prodotti nuovi rispetto al mercato	-	-	MT (13,6)	SK (12,8)	PT (10,8)	-	-
4.4 (Quota di) Vendite di prodotti nuovi rispetto all'impresa	-	-	PT (15,1)	DE (10,0)	ES (10,0)	-	-
4.5 Occupazione nel settore manifatturiero medium-high-tech e high-tech	6,66	6,71	DE (10,43)	SI (9,63)	CZ (9,42)	3,84	7,3
PROPRIETA' INTELLETTUALE							
5.1 Brevetti rilasciati dall'EPO	136,7	161,4	CH (425,6)	DE (311,7)	FI (305,6)	142,6	174,2
5.2 Brevetti rilasciati dall'USPTO	50,9	60,2	CH (168,4)	DE (123,0)	SE (109,7)	277,1	304,6
5.3 Brevetti triadici	32,7	38,9	CH (108,9)	FI (101,7)	DE (85,2)	47,9	102,1
5.4 Marchi registrati	100,7	115,7	LU (782,7)	CH (225,2)	AT (187,0)	33,8	11,7
5.5 Design (progettazione)	110,9	127,6	LU (377,6)	DK (243,2)	CH (210,0)	17,5	13,2

Fonte: European Commission, 2006a

La "leggibilità" degli indicatori inclusi nell'*Innovation Scoreboard* suggerisce, comunque, anche una lettura semplicemente comparativa che pone l'utilizzatore in grado di individuare immediatamente i punti di forza e debolezza dei diversi paesi. Sarebbe, infatti, ovvio individuare le "pratiche migliori" di politica dell'innovazione in quei Paesi che mostrano le prestazioni migliori secondo gli indicatori dello *Scoreboard*. Evidentemente, questa è una visione estremamente semplicistica, dal momento che, anche postulando una piena comparabilità dei risultati degli indicatori in paesi diversi, la "trasferibilità" di misure di *policy* da un paese all'altro deve essere attentamente valutata e dimostrata.

Non è però in discussione l'utilità dello strumento *Innovation Scoreboard* per "aprire il dibattito" su temi come il *benchmarking* delle politiche di innovazione e la diffusione di pratiche migliori. L'output dello *Scoreboard* è infatti strutturato su più livelli e chi non intende fermarsi alla lettura delle tabelle e dei grafici di sintesi, può approfondire le tematiche affrontate sulla base di un ricco apparato esplicativo e metodologico.

Lo *Scoreboard* stesso è inoltre parte di una più vasta iniziativa di *policy* della Commissione europea: l'"*Innovation Trend Chart*". È questo l'approccio più corretto all'utilizzo del *benchmarking*: inserire un tale esercizio nel contesto di un processo di sviluppo e valutazione di politiche pubbliche sostenuto dalla disponibilità di un "magazzino" di esperienze, progetti e dati da cui i soggetti partecipanti possano trarre lezioni e nel quale possano riversare, a loro volta, i risultati delle loro esperienze. Nella *Trend Chart* sarà dunque possibile trovare un'ampia e dettagliata descrizione delle principali iniziative assunte dai paesi UE per lo sviluppo delle attività di innovazione in una forma pienamente accessibile e finalizzata al trasferimento delle conoscenze.

Quasi fatalmente, però, gli esercizi di *benchmarking* si impongono per la loro potenzialità comparativa delle performance di sistemi e paesi diversi. Con riferimento alla Tabella 1, è ovvio che l'attenzione, più che alle caratteristiche degli indicatori presenti, venga attratta dai valori di tali indicatori per i diversi paesi considerati. Il fatto, però, che considerando i tre paesi leader a livello UE per ogni indicatore troviamo che un ristretto gruppo – individuati come quelli più "avanzati" (Svezia, Finlandia, Danimarca, Germania, Svizzera) – risulta presente in tale graduatoria nel 50% dei casi, ci offre un esempio evidente di come molti degli indicatori utilizzati (anche quando siano totalmente indipendenti l'uno dall'altro) tendono a rafforzare l'idea che debba esistere un "modello" di innovazione prevalente, a scapito delle specificità che possono esprimersi nelle strategie di sostegno all'innovazione dei paesi "inseguitori". In pratica, scegliendo una lista di indicatori – a prescindere dalla loro qualità e dal quadro concettuale che ne ha determinato l'identificazione – si determina il profilo del paese "ideale" in termini di capacità innovativa. Se quindi, si decide che il numero di brevetti depositati è un indicatore del grado di sviluppo dei processi di governo della proprietà intellettuale, come elemento essenziale alla circolazione delle conoscenze e allo sviluppo dell'innovazione, avremo come modello i paesi con un elevato numero di brevetti, dimenticando che paesi con un diverso contesto socio-istituzionale, o semplicemente con una struttura industriale caratterizzata da imprese con bassa propensione alla brevettazione per caratteristiche settoriali o dimensionali, potrebbero sviluppare modelli alternativi di gestione e trasferimento delle conoscenze.

Un secondo elemento che può essere oggetto di osservazione è che mentre i paesi considerati "leader" nell'innovazione mostrano performance eccezionali per gli indicatori relativi alla creazione di conoscenza, alla capacità innovativa e imprenditoriale e alla gestione della proprietà intellettuale, nel gruppo dei paesi "inseguitori" sembrano dominare gli indicatori relativi ai "driver" dell'innovazione, ovvero al grado di sviluppo del contesto socio-economico. Ciò richiama alla mente l'emergere di ricorrenti "paradossi" nell'analisi delle performance economiche di alcuni paesi – per esempio l'Italia – che, alla luce degli indicatori statistici più diffusi, avrebbero una scarsa capacità competitiva e innovativa ma, in termini di ricchezza o di crescita, si mostrano perfettamente competitivi con i loro partner più virtuosi. È questo un ulteriore elemento che induce cautela nel trarre conclusioni troppo nette sulla base di una qualsiasi lista di indicatori.

Un tema più volte sottolineato, con riferimento all'*Innovation Scoreboard*, è la sua forte dipendenza dalla disponibilità di dati prodotti sulla base della Rilevazione europea sull'innovazione nelle imprese (CIS), una rilevazione basata su una robusta base metodologica definita da OCSE e EUROSTAT (OECD-EUROSTAT, 2005) che fornisce sette dei 25 indicatori considerati. Un primo aspetto riguarda l'elevato numero di indicatori CIS compresi nello *Scoreboard*. Come in un buon "portafoglio" di investimento, anche in uno *Scoreboard* la regola aurea da osservare sarebbe quella della differenziazione delle fonti da cui trarre gli indicatori. Se, infatti, alcune metodologie di fondo (o definizioni chiave) della rilevazione CIS dovessero mutare, i contraccolpi sulla comparabilità nel tempo dello *Scoreboard* potrebbero essere rilevanti. Un secondo aspetto riguarda alcuni limiti strutturali, e ben noti, della rilevazione CIS in termini di frequenza, tempestività e dettaglio territoriale del fenomeno. Infatti, la rilevazione viene svolta ancora ogni quattro anni (rendendo problematica dunque la costruzione di un indice su base annuale), la disponibilità dei dati richiede almeno un anno e mezzo dalla fine dell'anno di riferimento, e la concettualizzazione del fenomeno dell'innovazione nell'ambito del Manuale di Oslo rende assai problematica e complessa la produzione di dati a livello regionale¹.

A prescindere dalle scelte effettuate nella fase di selezione degli indicatori, è indubbio che uno degli elementi che ha più attratto l'attenzione del pubblico e dei *policy maker* sull'*Innovation Scoreboard* sia stata la disponibilità di un indicatore composito (SII – Summary Innovation Index) per mettere direttamente a confronto le performance innovative dei paesi considerati e, in primo luogo, dei paesi membri della UE.

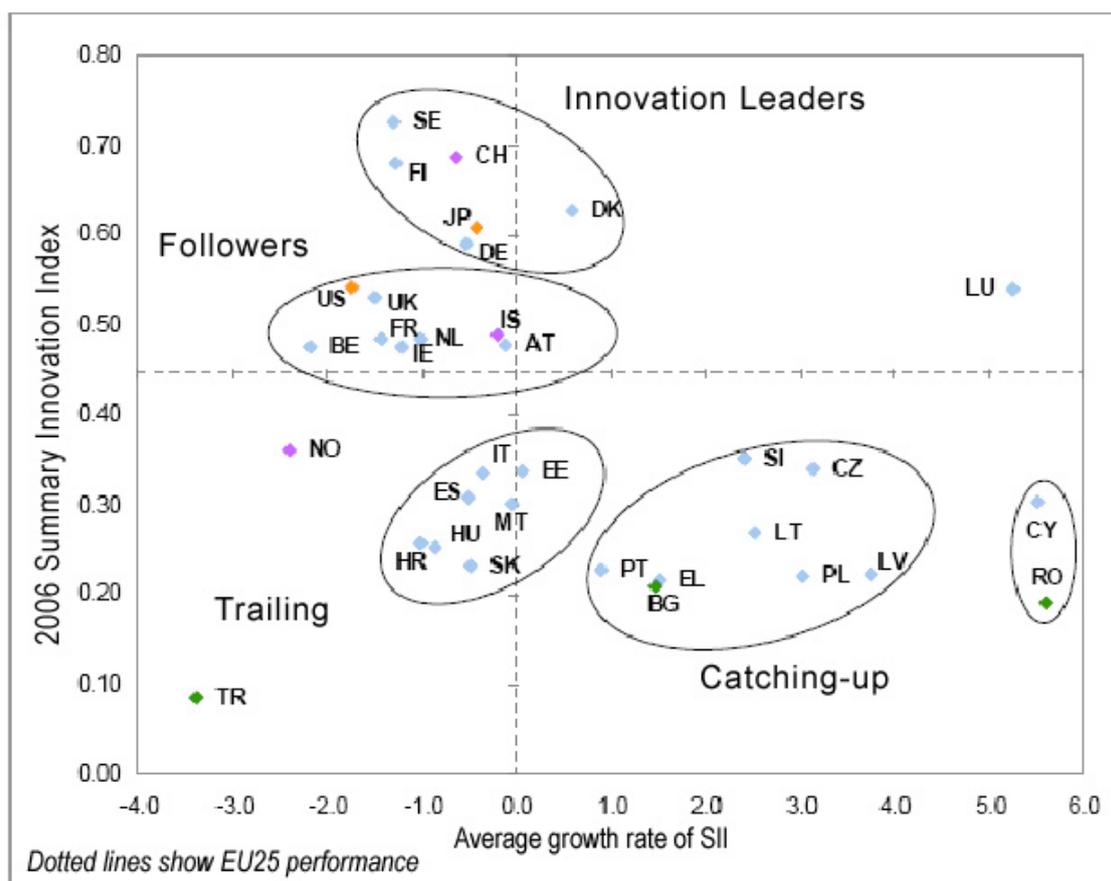
Tenuto conto delle osservazioni sugli indicatori compositi presentati nel paragrafo precedente e dei rischi di distorsione dell'informazione quantitativa offerta dai singoli indicatori che esistono nella costruzione di un indicatore composito, bisogna rilevare che la scelta effettuata dai compilatori dell'*Innovation Scoreboard* per sintetizzare i loro dati ha seguito alcuni principi molto semplici dal punto di vista metodologico. Tre principi sono, infatti, facilmente individuabili:

- a tutti gli indicatori viene assegnato lo stesso fattore di ponderazione;
- quando si procede con una normalizzazione (a 15, 25, 27 paesi a seconda delle diverse edizioni) viene assegnato il valore 0 al paese con l'indicatore al livello inferiore e il valore 1 al paese con lo stesso indicatore al livello più elevato;
- non vengono effettuate imputazioni per i dati mancanti (il dato più recente viene utilizzato per i singoli paesi).

In generale, quindi, la scelta dei compilatori dello *Scoreboard* è incentrata su criteri di semplicità metodologica, anche quando tale semplicità impedisce di valorizzare il ruolo degli indicatori più significativi assegnando loro coefficienti di ponderazione più elevati. D'altra parte, viene escluso che qualche paese sia ulteriormente penalizzato dall'aver un valore basso per un indicatore con coefficiente di ponderazione più elevato della media.

¹ Uno studio sul caso italiano, condotto dall'ISTAT, ha permesso di verificare che la distribuzione territoriale del fenomeno innovativo cambia significativamente a seconda che, nel quadro della rilevazione sull'innovazione nelle imprese, vengano considerati come "soggetti innovatori" le imprese nel loro complesso o, piuttosto, le singole unità locali (laboratori di ricerca, uffici tecnici, stabilimenti, ecc.) (Perani et al., 2006; ISTAT, 2007).

Figura 1 – L'indice SII e la sua variazione



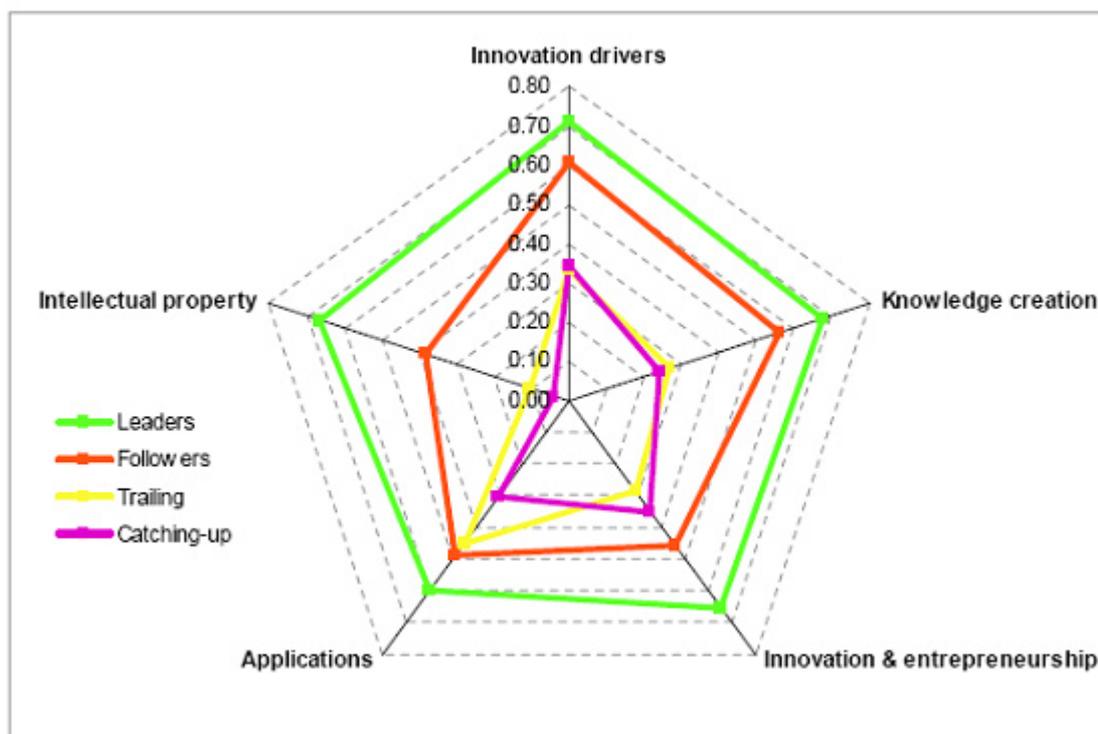
Fonte: European Commission, 2006

La Figura 1 mostra un esempio dell'utilizzo ai fini di confronto tra paesi, quindi di *benchmarking*, dello SII. Nelle ordinate viene riportato il valore dell'indice per ciascun paese, mentre le ascisse misurano il tasso di variazione dell'indice osservato per un periodo di quattro anni. Lo spazio bidimensionale viene suddiviso in quattro quadranti che individuano altrettante categorie di paesi: i leader, gli inseguitori, quelli in fase di recupero, i ritardatari.

I dati presentati rafforzano l'ipotesi che alcuni paesi, i "leader", definiscano l'obiettivo, ovvero il *benchmark*, di riferimento a livello continentale e che gli altri paesi stiano effettivamente procedendo lungo un percorso largamente "imitativo" per raggiungere prestazioni comparabili a quelle dei "leader". In effetti, dall'analisi dell'evoluzione del SII emerge un processo di "convergenza" tra i paesi osservati, anche se la UE nel suo complesso mostra una dinamica assai complessa anche a seguito dell'ingresso di nuovi stati membri con prestazioni innovative in rapida crescita.

Nella Figura 2 viene rappresentato – mediante un grafico radar – il posizionamento delle quattro categorie di Paesi descritte nel grafico precedente con riferimento ai cinque gruppi di indicatori (driver dell'innovazione, creazione di innovazione, capacità innovativa e imprenditorialità, grado di diffusione delle tecnologie, proprietà intellettuale).

Figura 2 – Prestazioni innovative per gruppi di paesi e per dimensione innovativa



Fonte: European Commission, 2006a

Dunque, sulla base dei dati diffusi dall'*Innovation Scoreboard 2006*, rispetto a una prestazione di eccellenza dei paesi "leader" nell'innovazione, gli altri gruppi di paesi mostrano ridotte capacità di eccellere, ma differenziate relativamente ai vari gruppi di indicatori considerati. Ad esempio, sia gli "inseguitori", che coloro che sono in fase di recupero e i ritardatari mostrano un certo grado di debolezza con riferimento agli indicatori di proprietà intellettuale. Considerato che sotto questa etichetta sono compresi alcuni indicatori molto simili tra loro e fortemente influenzati dal contesto economico e istituzionale dei singoli paesi, è discutibile che questo sia un vero punto di forza dei paesi leader. D'altronde, a parte gli "inseguitori" che mostrano una performance sostanzialmente comparabile a quella dei paesi "leader", anche gli altri due gruppi di paesi – in cui sono fortemente rappresentati anche i nuovi stati membri della UE – mostrano risultati significativi, oltre che nei fattori di contesto, quelli che abbiamo chiamato i "driver" dell'innovazione, anche nella diffusione delle tecnologie e nella capacità innovativa e imprenditoriale.

3.2 Il benchmarking a livello regionale

Le problematiche dell'*Innovation Scoreboard* già discusse a livello nazionale, vengono sicuramente amplificate passando a un dettaglio regionale. D'altronde, la Commissione europea, già nel documento di accompagnamento dell'*Innovation Scoreboard 2001*, sosteneva che "...l'innovazione ha una forte dimensione regionale e la Commissione invita le regioni europee a partecipare attivamente al *benchmarking* della politica di innovazione. Sulla base dei contributi che saranno offerti dalle regioni e dalla disponibilità di dati, la dimensione regionale potrebbe essere ulteriormente sviluppata nell'ambito del prossimo *Innovation Scoreboard*".

Con queste premesse, negli anni 2002 e 2003, la Commissione europea – con la collaborazione del MERIT di Maastricht – ha prodotto un Regional European Innovation

Scoreboard (REIS). I dati raccolti consentivano un'analisi a livello di regione per l'Austria, la Finlandia, la Francia, la Germania, la Grecia, l'Irlanda, l'Italia, i Paesi Bassi, il Portogallo, la Spagna e la Svezia, e a livello di macro-regione per Belgio e Gran Bretagna. L'adattamento degli esercizi di valutazione alla disponibilità di dati e all'utilizzo anche di criteri politico-amministrativi di suddivisione regionale è, d'altronde, necessario per garantire un certo grado di comparabilità dei risultati a livello ad esempio, europeo.

Il Regional European Innovation Scoreboard del 2003 si basava su 13 indicatori di innovazione che erano però largamente ricavati da stime prodotte mediante elaborazione dei dati nazionali ricavati dalla rilevazione CIS del 2000. Nonostante tale problematico utilizzo dei dati CIS, venne deciso di pubblicare comunque una classifica delle regioni leader nell'innovazione in Europa e di indicare quali erano le regioni leader nell'innovazione in ciascun paese. Una stima econometrica suggerì che circa il 40% della variazione del reddito regionale pro-capite poteva essere spiegato sulla base delle differenze tra regioni in termini di performance innovative, con una forte relazione positiva tra le performance innovative e le performance economiche a livello region.

Un significativo miglioramento è stato ottenuto con lo Scoreboard regionale 2006 (European Commission, 2006b) che ha previsto un miglioramento delle metodologie utilizzate e l'estensione dell'esercizio ai nuovi stati membri della UE. Ad esempio, il numero di regioni considerate è passato da 173 a 208, mentre l'analisi si è concentrata su sette indicatori, rispetto ai 13 originali (si veda Tabella 2). Tra l'altro è stato deciso – a causa dei problemi metodologici legati alla produzione di indicatori regionalizzati e alla mancata disponibilità di dati tempestivi – di non includere nello Scoreboard regionale indicatori prodotti mediante la rilevazione CIS.

Tabella 2. Indicatori utilizzati per il Regional Innovation Scoreboard

Risorse umane impegnate in S&T - (in % della popolazione)
Partecipazione alla formazione continua (in % della popolazione compresa nella classe di età 25-64)
Spesa pubblica in R&S (in % del PIL)
Spesa delle imprese in R&S (in % del PIL)
Occupazione nel settore manifatturiero a tecnologico medio-alta e alta (in % della forza lavoro)
Occupazione nei servizi ad alta tecnologia (in % della forza lavoro)
Brevetti rilasciati dall'Ufficio Europeo dei Brevetti (per milione di abitanti)

Anche il Regional Innovation Scoreboard, sin dal 2003, è stato caratterizzato dalla produzione di un indicatore composito per sintetizzare le performance innovative a livello regionale. La principale difficoltà incontrata nel definire un indicatore composito che metta a confronto le prestazioni di alcune centinaia di regioni europee nasce dalla presenza a livello regionale di alcuni elementi di forza e di debolezza che sono specifici nei singoli paesi. A causa di tale fenomeno, le regioni di un determinato paese finiscono per essere sempre leader grazie ai punti di forza del sistema paese, mentre le regioni di un altro paese sono condannate a una classificazione penalizzante dovuta alle debolezze strutturali del proprio Paese. Per eliminare tale problema, nel quadro del Regional Innovation Scoreboard è stato sviluppato un indicatore composito (RRSII – Revealed Regional Summary Innovation Index) principalmente finalizzato ad individuare i "leader locali", ovvero le regioni che mostrano una migliore prestazione innovativa a confronto con le regioni che operano in un contesto simile, ovvero le altre regioni di uno stesso paese².

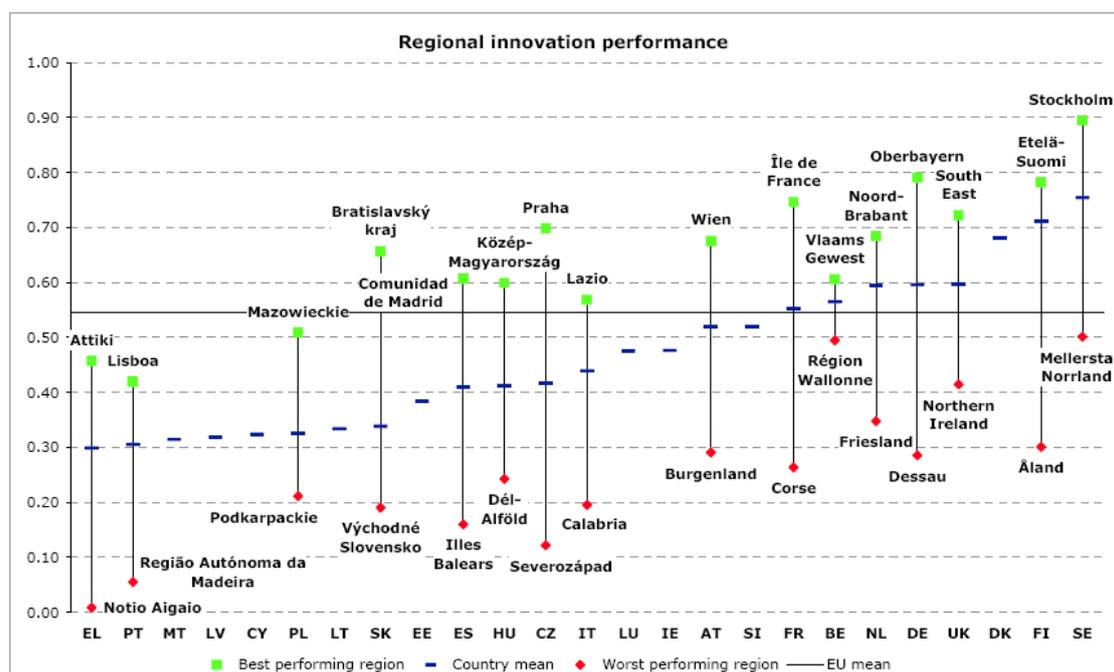
² L'indicatore RRSII è il risultato di due valutazioni: quella relativa alla performance innovativa di una regione con riferimento al livello medio europeo, e quella sulla performance della stessa regione con riferimento al livello medio nazionale. In pratica, RRSII viene calcolato come media di due ulteriori indici compositi:

- RNSII (Regional National Summary Innovation Index) che misura la performance della regione con riferimento alla media nazionale
- REUSII (Regional European Summary Innovation Index) che misura la performance della regione con riferimento alla media europea.

Ovviamente, l'identificazione di regioni "leader locali" mediante l'indicatore RRSII consente di ridurre l'influenza, nella valutazione delle prestazioni regionali, di quei fattori per i quali il singolo Paese mostra una prestazione superiore alla media (che vengono "sottovalutati"), ma anche di quei fattori che rappresentano per il proprio Paese delle debolezze strutturali (che vengono "sopravalutati").

Le prestazioni innovative su base regionale – misurate dal RRSII con riferimento al 2006 – sono presentate nella Figura 3. I singoli Paesi UE sono classificati in relazione alla prestazione innovativa media delle loro regioni misurata in termini di RRSII. Per ciascun paese sono state messe in evidenza la migliore e la peggiore performance regionale. A livello UE, la regione svedese di Stoccolma appare la più innovativa, mentre la regione greca dell'Egeo meridionale la meno innovativa.

Figura 3 – Prestazioni innovative regionali



Fonte: European Commission, 2006b

A causa delle modifiche che hanno interessato le procedure di calcolo del RRSII, tra il 2002, il 2003 e il 2006, ogni tentativo di valutare l'evoluzione temporale di tale indicatore deve essere

Il calcolo di RRSII viene però ponderato a favore del riferimento alla media nazionale. Infatti, per calcolare RRSII, l'indicatore RNSII ha un fattore di ponderazione di 0,75 e l'indicatore REUSII un fattore di ponderazione di 0,25.

I due indicatori di base sono calcolati con metodologia simile, tenendo conto dei valori minimi e massimi degli indicatori utilizzati nel RIS e per cui sono disponibili osservazioni a livello di regione nel corso di un periodo di cinque anni. In pratica, viene calcolata una media di indicatori normalizzati utilizzando alternativamente trasformazioni tramite radice di potenza o radice quadrata per eliminare valori distorti e valori anomali. In un caso – RNSII - la regione viene misurata su una scala tra 0 e 1 con riferimento alle regioni con performance più bassa (valore 0) e a quella con performance più elevata (valore 1) nel proprio Paese. Nell'altro caso – REUSII - la regione viene misurata su una scala tra 0 e 1 con riferimento alle regioni con performance più bassa (valore 0) e a quella con performance più elevata (valore 1) tra tutte le regioni Ue. Con approccio simile al SII, anche questi indicatori compositi assegnano a ciascun indicatore lo stesso fattore di ponderazione. Un'esperienza tentata, infatti, nel 2003 con l'assegnazione di un fattore di ponderazione pari a 0,5 per gli indicatori prodotti dalla Rilevazione comunitaria sull'innovazione nelle imprese (Community Innovation Survey) e pari a 1 per gli altri indicatori è stata superata con la consapevolezza che è assai rischioso presupporre a priori la rilevanza di un indicatore rispetto agli altri.

valutato con molta attenzione³. Un esempio è fornito dallo stesso Scoreboard con riferimento al confronto tra le performance 2002-2006 del Brabante Settentrionale e della Comunità di Madrid. Il Nord-Brabante ha visto un netto peggioramento nella sua capacità innovativa tra 2002 e 2006: era la terza regione a livello europeo del 2002, la quarta nel 2003 ma solo la ventesima nel 2006. A sua volta, la Comunità di Madrid era al nono posto nel 2002, al tredicesimo nel 2003 e addirittura al trentunesimo nel 2006.

I motivi di queste variazioni sono essenzialmente metodologici. Nel caso del Nord-Brabante, i due fenomeni dell'introduzione della normalizzazione e della trasformazione degli indicatori ha portato a una caduta di sedici posizioni tra il 2002 e il 2006. Al contrario, non ha influito sulla posizione del Nord-Brabante il livello medio della prestazione complessiva delle regioni dei Paesi Bassi. Nel caso della Comunità di Madrid, la trasformazione degli indicatori non ha avuto un effetto diretto sull'arretramento nella classifica delle regioni innovative. Il fenomeno negativo più rilevante è stato infatti il cambiamento nel peso relativo della componente nazionale dell'indicatore che rappresenta il punto di forza della regione di Madrid. L'aver ridotto il contributo all'indice sintetico della prestazione realizzata a livello nazionale dallo 0,5 allo 0,25 ha comportato una perdita per la regione di Madrid di 19 posti in classifica.

Tabella 7. Effetti del cambiamento di metodologia sulla classifica delle regioni

2002 RIS		Rank	RRSII	2003 RIS		Rank	RRSII	2006 RIS		Rank	RRSII
Stockholm	SE	1	225	Stockholm	SE	1	1,00	Stockholm	SE	1	0,90
Uusimaa (Suuralue)	FI	2	208	Uusimaa (Suuralue)	FI	2	0,97	Västsverige	SE	2	0,83
Noord-Brabant	NL	3	191	Oberbayern	DE	3	0,95	Oberbayern	DE	3	0,79
Eastern	UK	4	161	Noord-Brabant	NL	4	0,90	Etelä-Suomi	FI	4	0,78
Pohjois-Suomi	FI	5	161	South East	UK	5	0,87	Karlsruhe	DE	5	0,77
Île de France	FR	6	160	Île de France	FR	6	0,82	Stuttgart	DE	6	0,77
Bayern	DE	7	151	Stuttgart	DE	7	0,80	Braunschweig	DE	7	0,76
South East	UK	8	150	Wien	AT	8	0,79	Sydsverige	SE	8	0,76
Comunidad de Madrid	ES	9	149	Eastern	UK	9	0,76	Île de France	FE	9	0,75
Baden-Württemberg	DE	10	146	Karlsruhe	DE	10	0,75	Östra Mellansverige	SE	10	0,74
Wien	AT	17	126	Southern and Eastern	IE	11	0,74	South East	UK	12	0,73
Vlaams Gewest	BE	21	112	Comunidad de Madrid	ES	13	0,72	Praha	CZ	15	0,70
Lombardia	IT	22	112	Bruxelles/Brussels	BE	14	0,71	Noord-Brabant	NL	20	0,68
Southern and Eastern	IE	31	108	Lombardia	IT	22	0,67	Wien	AT	24	0,68
Lisboa e Vale do Tejo	PT	49	94	Attiki Aigaio	EL	19	0,61	Bratislavský kraj	SK	27	0,66
Attiki Aigaio	EL	50	93	Lisboa e Vale do Tejo	PT	30	0,60	Comunidad de Madrid	ES	31	0,61
								Vlaams Gewest	BE	32	0,61
								Közép-Magyarország	HU	34	0,60
								Lazio	IT	44	0,57
								Mazowieckie	PL	65	0,51
								Southern and Eastern	IE	78	0,48
								Attiki Aigaio	EL	86	0,46
								Lisboa e Vale do Tejo	PT	108	0,42

Fonte: European Commission, 2006b

³ Riguardo alle modifiche intervenute alla metodologia di calcolo del RRSII tra il 2002 e il 2006, si può osservare che nel 2002 è stata usata una metodologia caratterizzata da estrema semplicità (i dati non venivano né normalizzati, né trasformati e veniva dato un peso uguale alla componente nazionale e a quella europea). Il Regional Scoreboard 2003 ha introdotto il processo di normalizzazione (oltre all'individuazione di 5 nuovi indicatori CIS). Nel 2006, infine, è stata adottata la trasformazione dei dati (mediante radice quadrata per 5 indicatori, doppia radice quadrata per 2 indicatori). Anche la ponderazione, rispettivamente a livello nazionale ed europeo, degli indicatori è stata introdotta nel 2006.

La forte influenzabilità degli indicatori compositi che rappresentano il prodotto più visibile del *Regional Scoreboard* deve indurre una grande cautela, forse superiore a quella adottata per i risultati della *Scoreboard* a livello nazionale, prima di trarre conclusioni che risultino immediatamente utilizzabili sul piano delle *policy*. In effetti, l'impatto del *Regional Scoreboard* – uno strumento percepito come ancora imperfetto e largamente soggetto alla disponibilità di dati a livello regionale - è stato assai limitato, anche perché lo strumento non è sostenuto da parte della Commissione europea con un apparato documentale paragonabile a quello della *Trend Chart*.

In realtà, tale limite è compensato da alcune iniziative gestite dalla Direzione Generale della Commissione europea per le politiche regionali che però, piuttosto che centralizzare il ruolo di raccolta e diffusione delle esperienze innovative, si è orientata a favorire la creazione di network di regioni europee (come il network IRE, *Innovating Regions in Europe*) al fine di far partire dalle singole realtà territoriali il processo di valutazione delle politiche di innovazione e, in prospettiva, di *benchmarking*.

Parte di questo processo è anche la creazione di scoreboard regionali diffusi ormai in molte regioni europee a fini di auto-valutazione delle proprie performance innovative.

L'esperienza più avanzata in Italia, e uno dei più noti esempi in Europa, è quella della Regione Lazio (*Lazio Region, 2006*). Il Lazio è stata la prima regione italiana a produrre una relazione annuale sulle proprie attività di innovazione. I principali obiettivi di tale attività sono stati la definizione e il supporto alle politiche regionali di innovazione.

La relazione, organizzata sotto forma di *Scoreboard*, è finalizzata a misurare il grado di innovazione della Regione Lazio nel contesto nazionale italiano. Nel 2006 lo *Scoreboard* del Lazio ha utilizzato 23 indicatori raccolti in 8 gruppi:

1. Istruzione (3 indicatori);
2. Occupazione (3 indicatori);
3. Ricerca e sviluppo (2 indicatori);
4. Brevetti (1 indicatore)
5. Innovazione nelle imprese (4 indicatori);
6. Diffusione delle nuove tecnologie (4 indicatori);
7. Performance, dinamismo e qualità delle imprese (3 indicatori);
8. Competitività (3 indicatori).

Due aspetti interessanti sono relativi alla contestualizzazione dei dati relativi alla singola regione a confronto con quelli delle regioni confinanti (in modo simile a come la dimensione "nazionale" serve a rendere più coerente la performance delle singole regioni a livello europeo), e all'introduzione di alcuni indicatori sulla "qualità" delle imprese che non sono normalmente considerati in altri esercizi di *benchmarking*.

Sin dal suo inizio (2002) lo *Scoreboard* della Regione Lazio è stato progettato sulla base di sette indicatori già utilizzati a livello europeo a cui sono stati aggiunti sette indicatori disponibili a livello nazionale. Il numero degli indicatori è poi progressivamente aumentato tenendo conto dell'esigenza di riprodurre – in qualche misura – l'approccio del *Regional Scoreboard* europeo, ma anche di fornire elementi aggiuntivi che caratterizzano le specificità dei processi innovativi a livello nazionale italiano o, più specificatamente, a livello regionale.

4. Discussione e conclusioni

La formulazione e l'attuazione delle politiche nel campo della scienza, della tecnologia e dell'innovazione richiedono un approccio di natura "scientifica". Ciò comporta l'uso di strumenti di misurazione che consentano di valutare gli input, gli output e l'impatto delle attività che generano ed impiegano le nuove conoscenze. Tali strumenti, per essere efficaci, richiedono l'esistenza di modelli e di teorie che permettano di interpretare i dati provenienti dalla

misurazione dei vari aspetti del complesso fenomeno. Sebbene non si disponga di un modello generale che colleghi scienza, tecnologia, economia e società, nel corso degli scorsi decenni è stato sviluppato un sistema di indicatori e di metodologie di misurazione che consente di fornire agli analisti ed ai *policy maker* utili elementi per elaborare decisioni non soltanto in base all'intuito, alla propria sensibilità, o ad opzioni di tipo ideologico, ma facendo leva sul valore euristico dei dati. Non a caso, il direttore del Direttorato scienza, tecnologia e industria dell'OCSE ebbe a dire che "Se l'OCSE dovesse ridurre le proprie attività di analisi dei processi sociali ed economici, le statistiche sarebbero l'ultimo ramo da tagliare".

A partire dagli anni 60 dello scorso millennio vi è stato un progressivo sviluppo di un sistema di indicatori nel campo della scienza e della tecnologia promosso dall'OCSE (Sirilli, 2005) e dall'Unione europea tramite l'EUROSTAT. Tale lavoro ha consentito di mettere a punto una serie di metodologie di misurazione e di raccogliere dati di elevata qualità, comparabili a livello internazionale. I *policy maker* europei hanno progressivamente spinto affinché venissero costruiti sistemi di informazione e di valutazione che dessero contezza del posizionamento dell'Europa rispetto alle altre aree del mondo – in particolare rispetto agli Usa ed al Giappone, ma oggi sempre più rispetto alla Cina ed all'India – nonché di quello dei singoli paesi europei e delle loro regioni. Sono stati dunque messi a punto sistemi integrati di indicatori come gli *scoreboard* e sono stati svolti esercizi di *benchmarking* volti a valutare la "distanza" tra i paesi e le regioni, per individuare le "pratiche migliori" e per indicare le azioni da intraprendere per trasformare le debolezze in punti di forza.

Questi strumenti quantitativi si prestano sia ad un uso appropriato, sia ad un abuso. In linea di principio essi dovrebbero essere considerati una base di partenza su cui costruire un processo di analisi approfondito, e dunque dovrebbero costituire soltanto un elemento nel complesso processo di elaborazione delle decisioni. Laddove si crei un legame stretto tra i risultati della misurazione e decisioni di politica pubblica – facendo un uso "meccanico" dei dati - aumentano le riserve circa il possibile impatto negativo delle limitazioni degli indicatori diventa maggiore.

Da un punto di vista analitico, il *benchmarking* può basarsi su una analisi separata dei singoli indicatori o sulla comparazione dei risultati di indici compositi. Nel primo caso la comparazione tra paesi o tra regioni avviene dimensione per dimensione, senza una sintesi, mentre nel secondo caso i vari indicatori vengono "collassati" in un indice composito. Gli indici compositi – come l'SSI ed il RRSII – sono caratterizzati da punti di forza e di debolezza.

Tra i punti di forza si possono indicare i seguenti:

- l'indice composito permette di esprimere con un solo numero il posizionamento di un paese o di una regione rispetto agli altri;
- la costruzione di graduatorie permette di verificare nel tempo l'esito delle politiche messe in atto.

Tra i punti di debolezza o di criticità si possono indicare e seguenti:

- i valori dell'indice e la posizione nelle graduatorie variano considerevolmente in relazione alle metodologie di aggregazione dei dati, agli indicatori impiegati ed al sistema di ponderazione (Grupp, 2003) Si possono citare gli esempi dello *Scoreboard* regionale (par. 3.2);
- la costruzione degli indici può essere effettuata o con l'intento di rendere la misurazione il più possibile coerente con le caratteristiche strutturali del paese o della regione in esame, che ne diventa il fulcro, o di costruire un sistema di paragone valido per tutti. Il primo sistema può essere adottato in studi specifici (Balzat e Ebersberger, 2005, Ebersberger, 2002), ma certamente quello più rilevate è quello adottato dall'Unione europea nei vari esercizi di *scoreboard* e nelle esperienze condotte sotto l'egida dell'Unione europea (Region Lazio, 2006);
- poiché l'aggiornamento degli indici viene effettuato su base annua, il fatto che l'indagine sull'innovazione CIS viene condotta nei paesi europei ed in molti altri paesi (con l'esclusione degli Stati Uniti) ogni quattro anni (Eurostat, 2007) pone il problema del reperimento dei dati sull'innovazione per gli anni intermedi.

Nell'adozione l'iniziativa "European Research Area", il Consiglio europeo di Lisbona del marzo 2000 ha chiesto agli Stati membri ed alla Commissione europea di sviluppare, nell'ambito del "metodo aperto di coordinamento", il *benchmarking* come strumento per la valutazione delle prestazioni delle politiche nazionali di ricerca. Nella visione della Commissione, lo scopo finale della comparazione delle politiche nazionali attraverso il *benchmarking* non è quello di identificare la *best practice* da riproporre come modello da trasportare semplicisticamente da un contesto nazionale all'altro. Lo scopo, a cui tende l'intero progetto "Trend Chart of Innovation", è quello di far tesoro delle esperienze maturate altrove e stimolare nuovi modi di formulare politiche pubbliche. In tal modo le lezioni tratte nell'identificazione delle "pratiche migliori" possono essere applicate per migliorare il processo di attuazione delle politiche, tenendo conto del particolare contesto in cui queste vengono applicate. Quindi, la produzione degli indicatori e l'identificazione di possibili fonti di "buone" soluzioni rappresentano un passo importante verso il miglioramento nella concezione e nell'attuazione delle politiche, introducendo nel processo valutativo elementi di razionalità e di trasparenza.

Vale la pena di ricordare che, sul versante delle politiche regionali per l'innovazione, l'approccio della Commissione europea è ancora meno centralistico, incentivando, come si è accennato, la creazione di iniziative locali o di network tra regioni che possano creare le condizioni per un *benchmarking* "dal basso", direttamente finalizzato a rispondere alle esigenze di gestione delle politiche innovative a livello di singole realtà locali.

L'ottimismo per il *benchmarking*, che in una sua visione riduttiva potrebbe essere considerato un normale esercizio di comparazione, suscita tuttavia qualche perplessità. L'esperienza mostra infatti che gli utilizzatori degli indicatori nel campo della scienza e dell'innovazione non sempre tengono conto della complessità dei fenomeni oggetto di indagine. Molto spesso raffronti nello spazio e nel tempo vengono effettuati ignorando i caveat messi in luce dai produttori di indicatori, giungendo a conclusioni semplicistiche o addirittura fuorvianti. Se ciò avviene nella tradizionale pratica della comparazione, che comunque ammette esplicitamente differenze strutturali tra le entità poste a confronto, l'adozione di un concetto di *benchmarking* può generare false graduatorie tra il "migliore" ed il "peggiore" in un contesto in cui c'è sempre il più "bravo" (in questo periodo storico molto spesso gli Stati Uniti ed i paesi scandinavi) da cui apprendere "come si fa", negando alla radice il valore della diversità che può preludere a mutamenti di paradigma nel corso del tempo.

In conclusione, il *benchmarking* è tra noi: è stato aperto il vaso di Pandora e non si può – fortunatamente - più tornare indietro. La strada da percorrere appare dunque quella del progressivo miglioramento delle teorie sui processi dell'innovazione, dell'incremento della qualità dei dati statistici, della sperimentazione dei processi di *benchmarking* che perfezionino lo strumento mettendone in luce i punti di forza e di debolezza ed, allo stesso tempo, dello sviluppo di una maggiore consapevolezza dei policy maker nel suo impiego.

CAPITOLO 9

LA VALUTAZIONE DELLA RICERCA IN ITALIA¹

di Alberto Silvani, Giorgio Sirilli e Fabrizio Tuzi

1. Introduzione

L'importanza sempre crescente che ha assunto la conoscenza quale fattore determinante per lo sviluppo della società ed, al contempo, l'aumento della complessità dei processi innovativi dovuto alla natura sempre più distribuita della scienza e della tecnologia, comportano un ripensamento dei modelli di sviluppo delle politiche della R&S.

Oggi, la maggior parte delle innovazioni ha luogo all'interno di reti scientifiche inter - e trans-disciplinari composte da gruppi di ricerca pubblici e privati afferenti a diversi paesi (Grupp, 1992; Kodama, 1995). E' esemplificativo il caso delle nanotecnologie, in cui i gruppi di ricerca devono saper integrare competenze in elettronica, tecnologia dell'informazione, scienza dei materiali, micromeccanica, medicina, ecc.

Allo stesso tempo aumenta sempre di più l'importanza del "soft side" dell'innovazione: le risorse umane, gli aspetti gestionali e quelli organizzativi rivestono un ruolo rilevante ai fini del miglioramento della performance delle attività di R&S.

Da ultimo, va rilevata l'articolata serie di legami tra il livello internazionale, quello nazionale e quello regionale dei sistemi di innovazione con il conseguente aumento della complessità dei rapporti e delle aspettative dei diversi stakeholder, la creazione di forti interdipendenze tra i vari livelli ed il derivante aumento di effetti secondari che scaturiscono da tali sinergie.

La dinamica dei processi in corso genera cambiamenti, mobilita interessi, fa maturare diverse opzioni: tutti elementi destinati ad aumentare una domanda di valutazione indirizzata (anche se in forme disomogenee e parziali) verso gli attori coinvolti nel processo decisionale che porta alla definizione delle politiche di R&S e non semplicemente verso le istituzioni scientifiche che sono caratterizzate da criteri di autoregolazione molto forti. Queste ultime, infatti, si differenziano da molti altri sistemi sociali sia per gli aspetti gestionali indirizzati al miglioramento delle performance, sia per il perseguimento di una più elevata qualità attraverso un'analisi comparativa ed un giudizio espresso dai "pari". In altri termini, la peculiarità del tema e le oggettive difficoltà connesse all'esercizio dell'azione valutativa hanno finora sostenuto una distinzione di ruoli tra una valutazione "interna", basata su regole e procedure autogestite dalla comunità scientifica, ed una valutazione "esterna" legata all'impatto e alla giustificazione delle risorse (pubbliche) richieste dal sistema scientifico, affidata alle "interfacce" operanti nei confronti dei decisori politici, degli attori economici e dei sistemi territoriali. Questa impostazione, seppur fortemente radicata, è andata progressivamente in crisi. La stessa distinzione tra la "ricerca come bene pubblico", affidata pertanto alle regole e alle cure della pubblica amministrazione, e la "ricerca come bene appropriabile", e quindi sottoposta alle forze del mercato e degli interessi economici, è oggi fortemente criticata. Nel cosiddetto "Mode 2" e nella visione a "tripla elica" (Etzkowitz e Laydesdorff, 2000) l'interazione tra produttori ed utilizzatori di conoscenze, tra

¹ Il presente capitolo è una rielaborazione della relazione dal titolo "Il sistema nazionale di valutazione della ReS in Italia. Lo stato dell'arte all'inizio del terzo millennio" presentata alla Riunione del Consiglio italiano per le scienze sociali (CSS), Roma, 26 novembre 2003.

ambiente interno ed esterno e tra sistema pubblico di ricerca, stato ed imprese presenta confini sempre più labili.

La domanda di valutazione assume quindi caratteristiche nuove. Da una parte tende a rinegoziare il "contratto sociale" secondo cui la positività dei benefici (prodotti e risultati) della ricerca è data per scontata: basti pensare agli aspetti etici delle biotecnologie o al rapporto con l'ambiente fisico. Dall'altro, fatica ad inquadrare tutti gli sviluppi scientifici in una visione armonica e coerente, cogliendone spesso contraddizioni ed incompatibilità: ancora una volta, infatti, il "costo" del progresso scientifico costituisce allo stesso tempo fattore di disuguaglianza e di discriminazione, sia nella distribuzione dei benefici, sia nella ripartizione dei rischi e delle conseguenze (technology divide).

In questo contesto gli outcome degli esercizi di valutazione devono essere finalizzati a far crescere una maggiore consapevolezza sui benefici sociali ed economici delle politiche intraprese piuttosto che ad introdurre elementi di misura (Airaghi et al., 1999).

In generale, si può sostenere che lo schema concettuale della valutazione sembra indirizzarsi sempre più verso l'espressione di esigenze, e la definizione di domande, cui non è possibile fornire risposte per mezzo delle tradizionali metodiche valutative di fatto confinate ad esprimere graduatorie di merito attribuite a progetti o ad istituzioni. L'aumento della complessità del sistema della R&S rende superato, infatti, il processo valutativo quale mero strumento di misura dei risultati, promuovendolo a componente essenziale di feedback per la selezione delle politiche per la R&S (Georghiou, 1998).

Poiché il concetto di valutazione racchiude molteplici fenomeni e diversi ambiti di intervento, in ragione di tale complessità va precisato che il campo di indagine del presente lavoro riguarda la valutazione nell'ambito del sistema pubblico nazionale della R&S, attraverso una ricognizione degli attori e delle azioni in atto, alla luce sia delle principali esperienze europee e, più in generale, delle più recenti tendenze internazionali, per trarne utili indicazioni per gli indirizzi futuri.

L'obiettivo è quello di fornire indicazioni di policy per la valutazione della R&S del sistema pubblico italiano (università, enti, ricerca) attraverso l'analisi critica delle esperienze e delle rispettive modalità di intervento anche alla luce delle prospettive nel contesto europeo.

2. Il quadro di riferimento internazionale e gli sviluppi recenti nella teoria e nella pratica della valutazione

La progettazione e la messa a regime dei sistemi nazionali di valutazione nel campo della ricerca segue essenzialmente due modalità. La prima prevede limitati interventi ordinamentali e si poggia sulla presenza di una pluralità di soggetti cui affidare le attività valutative. Alcuni di questi soggetti operano alle dirette dipendenze delle istituzioni scientifiche, mentre altri appartengono ad un "libero mercato" della valutazione ed agiscono in concorrenza sulla base delle competenze e del prestigio acquisito. Una seconda modalità, più istituzionale, disegna organismi deputati a coordinare, ed in alcuni casi ad eseguire, le attività valutative (Savini e Silvani, 1997).

In generale, la valutazione della ricerca ha due distinte direttrici culturali. Nel primo caso (il giudizio dei pari) l'obiettivo è costituito dall'espressione di una valutazione di merito legata alla "qualità" della ricerca svolta, una valutazione indirizzata alla finanziabilità della singola ricerca e basata sul giudizio esprimibile nei confronti del singolo ricercatore, del suo gruppo di ricerca, dell'istituzione d'appartenenza e quindi fortemente influenzata dai settori e discipline ma soprattutto, dalle leadership scientifiche imperanti².

² E' nota, ai fini dell'espressione dei giudizi di merito, la distinzione di Kuhn tra la "scienza normale" e quella "rivoluzionaria", distinzione ancora più rilevante oggi rispetto all'introduzione nel giudizio valutativo di parametri non strettamente scientifici.

Il secondo asse, nato negli anni ottanta in molti paesi industrializzati a seguito dei processi di riforma amministrativa ed affermatosi prepotentemente negli anni novanta, viene compreso sotto la dizione di New Public Management (NPM)³. Per gli aspetti legati alla valutazione, il NPM, nell'introdurre questo strumento nel portafoglio delle tecniche utilizzate per la progettazione e la gestione, ha cercato di coniugare l'approccio della pianificazione strategica top-down ("management by objectives") con la capacità di comprendere e dare risposte ai "bisogni". L'attenzione posta non solo ai flussi di nuove conoscenze ma anche allo stock complessivamente disponibile, e la riscoperta della scienza come processo sociale, hanno portato ad un ripensamento del ruolo della valutazione.

A tale riguardo bisogna sottolineare che nel corso degli ultimi anni è stato dato un notevole impulso all'individuazione di modelli teorici in grado di sostenere e promuovere lo sviluppo di metodologie e tecniche di valutazione capaci di garantire risultati "oggettivi" e condivisi, da utilizzare nei processi di supporto alle decisioni da parte dei policy maker.

In questa direzione, si sta affermando un nuovo paradigma, in cui la valutazione diventa uno strumento di condivisione di saperi e conoscenze (non sempre consapevole e consensuale) rivolta alla negoziazione tra i diversi soggetti, i cui risultati sono propedeutici per adattare o correggere iniziative correnti o future e per determinare adeguati modelli di sviluppo (Kuhlmann, 1998; 2003).

Questo nuovo approccio si basa sull'integrazione delle metodologie classiche di valutazione con tecniche di technology foresight e di technology assessment, al fine di fornire, da differenti punti di vista, elementi informativi imparziali, indipendenti e di supporto ai decision maker. Tale approccio prende il nome di "intelligenza strategica" e di fatto sposta il baricentro della pratica della valutazione dall'ottica della necessità di legittimare le azioni passate, verso l'esigenza di informare sulle azioni future (Kuhlmann, 2001).

L'obiettivo della valutazione non è più focalizzato, pertanto, sulla misura della qualità, dell'economicità e dell'efficienza dei risultati raggiunti, dove tali misurazioni possono risultare in contrapposizione tra di loro, quanto piuttosto sull'utilizzo integrato degli esiti dei differenti approcci nel perseguire il fine di migliorare la performance delle iniziative intraprese e, attraverso questo, di sviluppare nuove strategie.

Aumentano in questo senso i legami tra valutazione e strategia, assistendo al contempo al tentativo di superare gli aspetti "metrologici" che rendono di fatto la valutazione un puro esercizio formale, confondendo spesso volte il fine con il mezzo. Di conseguenza nel modello di "intelligenza strategica" non esiste una configurazione già "confezionata" di strumenti e meccanismi da applicare a tutti i contesti ed a tutte le situazioni, bensì il modello si basa sulla necessità di rendere distribuite, a tutti gli attori coinvolti nel processo di valutazione, le informazioni provenienti da differenti fonti indipendenti ed eterogenee, nell'ottica di promuovere la loro integrazione al fine di determinare una decisione politica unitaria e la sua conseguente attuazione.

In questo nuovo contesto, anche la figura professionale del valutatore cambia; quest'ultimo diventa un facilitatore che opera con funzioni di mediatore nel processo di negoziazione tra le strutture ed i programmi da valutare ed i policy maker. Per poter esercitare queste funzioni, ed assolvere il corrispondente ruolo, il valutatore deve saper dialogare con le competenze specialistiche ma anche essere portatore di una competenza autonoma, sia per quanto riguarda le metodiche, sia per il loro impiego nei diversi contesti. Infine, emerge una nuova dimensione collegiale del processo valutativo, che riguarda sia i soggetti "attivi" (coloro che indirizzano e facilitano il processo), sia gli attori oggetto della valutazione stessa.

³ Per una rassegna recente si veda Technopolis (2001).

3. La valutazione della ricerca in Italia

Nel panorama europeo della ricerca la situazione italiana si caratterizza per molte e conosciute debolezze. Per restare all'ambito della valutazione, il basso livello di programmazione degli interventi, la presenza non coordinata di molte istituzioni, la sovrapposizione di ruoli nelle azioni di indirizzo, finanziamento ed esecuzione della ricerca, unite ad un diffuso "rifiuto" della comunità scientifica nazionale nei confronti di un esercizio esterno di valutazione che non fosse la sola autovalutazione interna, hanno costituito fino a pochi anni fa un insuperabile ostacolo all'affermazione di metodi e strutture valutative corrispondenti agli standard internazionali. Sono passati poco più di dieci anni dall'analisi della politica scientifica nazionale dell'OCSE (1992) che individuava nella valutazione della ricerca uno dei punti deboli, e gli stessi scenari ipotizzati in un precedente lavoro (Silvani e Sirilli, 1995) si sono rivelati non completamente rispettati.

Nei fatti il sistema italiano di valutazione è caratterizzato da un approccio di tipo "istituzionale", così come delineato dal decreto legislativo n. 204 del 5 giugno 1998 che disciplina le competenze in materia di valutazione, inserendole nel contesto più generale del processo di coordinamento e programmazione della politica nazionale relativa alla ricerca scientifica e tecnologica. In particolare, al Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) viene affidato il compito di valutare preliminarmente lo schema degli indirizzi da inserire nel documento di programmazione economica e finanziaria (DPEF) e da utilizzare come base per la predisposizione del Programma Nazionale per la Ricerca (PNR), nonché provvedere alla successiva approvazione del Programma stesso e dei suoi aggiornamenti annuali.

In questo quadro di riferimento normativo, il Ministero competente (oggi MIUR) è chiamato ad elaborare il documento base di programmazione triennale (il PNR, appunto) attraverso il quale definisce gli obiettivi generali e le modalità di realizzazione degli interventi, gli indirizzi e le priorità di intervento pubblico nel settore, il coordinamento con le politiche nazionali di riferimento nonché le necessarie risorse finanziarie per la copertura delle attività previste. Il CIPE, attraverso il lavoro istruttorio della propria Commissione permanente "Ricerca e Formazione", chiude il cerchio, approvando il PNR e curando il quadro di coordinamento tra le diverse amministrazioni interessate, in funzione delle caratteristiche di forte intersectorialità della materia.

L'architettura del processo appena descritto, indirizzata alla realizzazione ed alla successiva approvazione del PNR, risente, comunque, di una carenza metodologica di fondo. Nell'individuazione delle priorità di intervento e degli obiettivi generali è, infatti, del tutto assente l'utilizzo di strumenti che tipicamente sono di supporto alla programmazione, come ad esempio: il technology foresight, il technology assessment, il benchmarking, ecc., un'esigenza che non può essere sostituita dal lavoro istruttorio predisposto dalla Segreteria Tecnica per la Programmazione istituita presso il MIUR. Per tale ragione il processo, sia nell'attuazione top down, sia per un approccio bottom up attraverso la raccolta dei desiderata, finisce con l'assumere una valenza istituzionale-burocratica piuttosto che offrire l'opportunità di sviluppare un'adeguata programmazione strategica delle politiche nazionali della R&S.

In base al citato decreto legislativo (204/98), la struttura nella quale si accentrano le maggiori competenze in materia di valutazione della R&S è rappresentata dal MIUR. Il Ministero esercita tali competenze essenzialmente attraverso:

- propri organi istituzionali come il CNVSU ed il CIVR che oltre al compito di advisory del Ministero sulla specifica materia hanno la funzione di definire i criteri generali di valutazione rispettivamente del sistema universitario e di quello degli enti pubblici di ricerca. Tali organismi si avvalgono a loro volta di strutture decentrate che hanno il compito di valutare le singole istituzioni: Nuclei di valutazione interna degli Atenei per le università e Comitati Interni di Valutazione per gli enti pubblici di ricerca;
- apposite Commissioni e Comitati che hanno il compito di espletare tutte le attività riconducibili essenzialmente alla valutazione ex-ante di progetti di ricerca a valere sui diversi fondi finalizzati al finanziamento delle attività di R&S;

- l'utilizzo di esperti esterni, chiamati ad hoc per singole valutazioni, in molti casi attraverso la designazione delle Commissioni e dei Comitati di cui al punto precedente. Per tale fine il Ministero promuove e gestisce un apposito albo degli esperti costituito ai sensi del decreto legislativo 297/99.

Anche altri Ministeri, come ad esempio il Ministero per le Attività Produttive (MAP), il Ministero per la Sanità ed il Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (MPAF), hanno competenze in materia di valutazione delle attività di R&S. Il MAP ha competenze per quel che concerne specificatamente i progetti di ricerca industriale finalizzati allo sviluppo precompetitivo, finanziati a valere sul Fondo per l'Innovazione Tecnologica (FIT). Il Ministero della Sanità oltre a gestire il funzionamento delle strutture di ricerca da essa vigilate (Istituto Superiore di Sanità, ISPESL, IRCCS, ecc.), coordina anche i progetti di ricerca finalizzati a valere sul fondo nazionale di riparto: il cosiddetto fondo "1 per mille". Il MPAF, infine, gestisce sia il funzionamento delle attività di ricerca delle proprie strutture, sia propri progetti finalizzati.

Va, infine, segnalato che in alcuni casi i singoli ministeri hanno proceduto in maniera del tutto autonoma alla definizione di criteri e metodi per la valutazione delle proprie strutture di ricerca. E' il caso della Commissione per la ricerca sanitaria che, già a partire dal 1998, ha messo a punto un sistema di indicatori per il finanziamento della cosiddetta "ricerca corrente" degli Istituti di Ricovero e Cura (IRCCS). Come queste informazioni possano confluire, sia per gli elementi metodologici che per i contenuti informativi, in un unico "sistema" come era negli auspici del legislatore del decreto legislativo 204/98 è un problema non ancora risolto.

3.1 La valutazione delle strutture di ricerca

In questo contesto di riferimento, il panorama della valutazione delle istituzioni scientifiche italiane si è strutturato intorno al consolidamento di procedure e gerarchie valutative generate dall'istituzione del Comitato di Indirizzo e Valutazione della Ricerca (CIVR) e dei Comitati Interni di valutazione (CIV) degli enti e delle strutture pubbliche, nonché sulla base dell'esperienza delle Università attraverso il doppio canale del sistema di indicatori, criteri ed informazioni predisposto dalla Conferenza dei Rettori (CRUI) e delle procedure e dei modelli generati dall'Osservatorio per la Valutazione dell'Università prima e dal Comitato Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario (CNVSU) poi.

Il CIVR, organo di nomina governativa, svolge essenzialmente iniziative finalizzate alla promozione dell'attività di valutazione della ricerca, alla determinazione dei criteri generali per le attività di valutazione degli enti pubblici di ricerca (EPR) ed alla verifica della loro applicazione. Le competenze del CIVR, ampliate anche successivamente alla sua istituzione, riguardano tutti gli enti vigilati dal Ministero (di cui va ricordata la notevole varietà in termini di missione, competenza tematica e modalità organizzativa), nonché alcune azioni di indirizzo nei confronti di tutta la ricerca non "accademica". Il modello di valutazione messo a punto dal CIVR, anche a seguito di un lungo calendario di audizioni con tutti gli enti, si basa sulla predisposizione di un rapporto di autovalutazione da parte dei singoli enti centrato principalmente sull'elaborazione di una serie di indicatori che rispondono ai criteri generali fissati dal CIVR medesimo. Allo stesso tempo, a ciascun ente vengono richieste le relazioni dei rispettivi Comitati interni di valutazione (CIVR, 2003a). In questo caso un aspetto critico del processo di valutazione avviato dal CIVR è rappresentato dalla mancata definizione di strumenti e standard per la valutazione degli enti. Il Comitato, infatti, ha limitato il proprio intervento all'indicazione di parametri "minimi" per la predisposizione dei rapporti dei singoli enti. Il mancato utilizzo dei risultati della valutazione ai fini della pianificazione strategica delle attività degli EPR rischia di far diventare il processo un mero adempimento burocratico, tanto più che si è assistito in molti casi a vere e proprie "invasioni di campo" da parte degli organi

preposti alle verifiche amministrative, come la Corte dei Conti, i revisori degli enti, gli organi di valutazione previsti dal decreto legislativo 29/93.

Il CNVSU, organo del MIUR, ha tra i suoi compiti quello di definire i criteri generali di valutazione del sistema universitario, nonché di effettuare valutazioni istituzionali e sulle attività di ricerca. Il Comitato, per espletare la propria funzione, si raccorda con le strutture periferiche deputate alla valutazione delle singole Università rappresentate dai Nuclei di valutazione interna degli Atenei⁴.

In particolare il CNVSU, per la valutazione annuale del sistema universitario ha introdotto, attraverso l'interazione con i Nuclei di valutazione dei singoli atenei e sulla base di una sperimentazione, un modello standardizzato di raccolta dati (ex-post) per elaborare analisi comparative. In occasione della rilevazione dei dati, il Comitato, oltre alle indicazioni per la preparazione delle relazioni da parte di ciascun Nucleo, pubblica l'elenco delle variabili che devono essere tenute in considerazione per il calcolo degli indicatori stabiliti. Uno degli aspetti di maggiore criticità in questo caso riguarda l'approccio che i diversi attori coinvolti hanno nei confronti del processo di valutazione, visto come un mero adempimento burocratico, già a partire dai rapporti di Ateneo, piuttosto che momento fondamentale da cui avviare la revisione strategica delle attività e delle strutture. Allo stesso tempo, non esiste una piena corrispondenza tra il livello di dettaglio delle informazioni richieste (Dipartimenti e Istituti universitari) e la relativa forma organizzativa e gestionale, con il risultato di richiedere delle informazioni aggregate in modo tale da non corrispondere alla realtà funzionale delle strutture.

La valutazione del sistema universitario vede coinvolti anche altri attori esterni al sistema istituzionale⁵; uno di questi è la Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI).

Sulla base di un'esperienza pilota sviluppatasi negli anni novanta, la CRUI ha promosso un proprio metodo per la valutazione della ricerca svolta presso le strutture scientifiche universitarie nell'ambito dei macro settori scientifico-disciplinari.

Attualmente il modello di valutazione della qualità della ricerca proposto dalla CRUI è quello più utilizzato fra le università italiane, anche alla luce della messa a punto di un sistema informativo per il calcolo degli indicatori (SolWeb SIR) diffuso presso quasi tutte le università (Rossi e Stefani, 2002).

Recentemente la CRUI ha avviato uno studio comparativo dell'impatto delle attività di ricerca dei diversi atenei italiani attraverso l'utilizzo di indicatori bibliometrici (Breno et al., 2002).

Vanno, infine, ricordati alcuni esercizi autovalutativi intrapresi dalle singole istituzioni controllate dal CIVR, quali ad esempio l'INFN che da alcuni anni ha affidato a *panel* di esperti internazionali i rapporti di valutazione delle proprie attività. Anche il CNR ha significative esperienze sui temi della valutazione (Sirilli e Melicani, 1994) ed, inoltre, da cinque anni presenta a cadenza annuale un proprio rapporto di attività che comprende una sezione dedicata alla rappresentazione quantitativa dei risultati della ricerca utilizzando indicatori riconosciuti a livello internazionale.

⁴ Ai fini della misurazione delle attività e delle risorse destinate alla ricerca universitaria va ricordato che il meccanismo di sostegno pubblico alle Università ha fatto confluire in un fondo unico, ripartito per ateneo, tutte le risorse relative al funzionamento, all'investimento ed alla ricerca, con l'esclusione della quota (ex 40% del precedente fondo ricerca) relativa alla ricerca sovra-ateneo. L'incidenza complessiva della quota destinata alla ricerca all'interno di tale fondo, autonomamente gestita da ogni ateneo, è molto bassa. Inoltre, il fondo unico vanifica nei fatti l'utilizzo diretto degli esiti del processo di valutazione nel trasferimento selettivo dei fondi, dal Ministero ad ogni singola Università, come avviene, ad esempio, con il cosiddetto "fondo di riequilibrio", basato su un modello che considera l'analisi dei bilanci e delle prestazioni rispetto alle dimensioni dei singoli atenei.

⁵ Esterni nel senso che la loro potestà valutativa non è disciplinata se non dai relativi statuti dei singoli atenei e liberamente condivisa a livello di Conferenza dei Rettori.

3.1.1 Le Linee Guida per la valutazione della Ricerca del CIVR

Un capitolo a parte merita l'analisi delle Linee guida per la valutazione (CIVR, 2003b), rese attuative dal Decreto ministeriale MIUR del 12 marzo 2004, in quanto rappresentano il più recente contributo allo sviluppo di un sistema nazionale di valutazione delle attività di R&S.

Uno degli obiettivi del presente lavoro è quello di verificare se questo nuovo strumento corrisponde alle difficoltà registrate nello scenario sopra delineato, ed in quale misura esso potrà contribuire ad affrontare e risolvere i problemi che affliggono la realtà nazionale.

Per fare questo da un lato vengono esaminate le linee guida in un confronto metodologico con un modello consolidato e relativamente affine, il RAE (Research Assessment Exercise) inglese promosso dall'HEFCE (Higher Education Funding Council for England), e, dall'altro, vengono analizzati più nel dettaglio i contenuti della proposta cercando di esaminare le possibili difficoltà nella messa in opera dell'approccio adottato.

Il RAE è stato realizzato per la prima volta nel 1986 e da allora viene ripetuto con una cadenza quinquennale. Attraverso un processo di peer review che dura in media tre anni, circa 685 esperti - suddivisi in 68 *panel* riconducibili ad altrettante discipline scientifiche - sono coinvolti nel processo di valutazione delle strutture scientifiche ed universitarie del paese. I principali prodotti delle attività di ricerca, selezionati ed inviati dalle strutture oggetto della valutazione, vengono analizzati attraverso l'utilizzo di criteri non meccanicistici. E' compito di ciascun *panel* individuare il metodo ed i criteri di valutazione specifici per il proprio settore. Tali indicazioni vengono pubblicate preventivamente, avviando una fase di consultazione e condivisione con i soggetti interessati. Mentre i metodi ed i criteri sono differenziati per settore, i criteri di qualità cui devono attenersi i *panel* per i propri giudizi sono invece condivisi da tutti. Il RAE quindi si configura come strumento "mediatorio" di valutazione, essendo fondato principalmente su criteri di condivisione, trasparenza e flessibilità. Sulla base dei risultati di questo esercizio viene assegnato ogni anno alle diverse strutture di ricerca circa 1 miliardo di sterline (RAE, 2001).

Il documento del MIUR dispone la costituzione di 14 *panel* di area - più 6 *panel* di aree multidisciplinari - ed un numero variabile di *panel* di progetto composti di norma da un minimo di cinque ad un massimo di nove esperti. Per quel che riguarda i *panel* di area, gli esperti dovrebbero essere impegnati in un processo di valutazione che, sulla base degli elementi informativi contenuti nel documento, necessita l'acquisizione di un numero complessivo di "prodotti della ricerca"⁶ non inferiore alle 6.000 unità (pari a circa il 50% dei ricercatori operanti negli EPR in Italia); ciascun componente di *panel*, pertanto, dovrebbe gestire la valutazione di circa 60 prodotti in un periodo poco superiore ai due anni (il processo viene ripetuto ogni tre anni). Ritornando al caso esemplificativo del RAE, ciascun componente di *panel* valuta invece non più di 4 prodotti in un arco temporale di tre anni. Va, comunque, sottolineato che nel documento viene richiamata la possibilità di utilizzare esperti esterni (aggiuntivi a quelli dei *panel*); tuttavia per arrivare a valori del rapporto "prodotti della ricerca per esperto", confrontabili con quelli del RAE occorrerebbe aumentare quasi di un'unità di grandezza il numero degli esperti.

Dal punto di vista metodologico, invece, appare poco chiaro il passaggio dalla valutazione in ambito progettuale a quella delle istituzioni. Ad esempio, i medesimi criteri per la valutazione prospettica dei progetti sono applicati anche per la valutazione degli enti. Esistono delle profonde differenze tra le due entità, nonché nell'ambito delle entità stesse, a partire dalle differenti missioni, di cui occorre tenere conto nella progettazione di una metodologia di valutazione⁷.

⁶ Nel decreto del MIUR vengono definiti come prodotti della ricerca libri e capitoli di libri, pubblicazioni scientifiche, brevetti, progetti, mostre ed esposizioni, manufatti ed opere d'arte, ecc.

⁷ Basti ricordare che l'elenco degli enti di ricerca direttamente vigilati comprende, ad esempio, un parco scientifico (AREA Science Park) unitamente ad enti di ricerca fondamentale (INFN) ad enti generalisti e multifunzione (CNR), tutte realtà che ad una lettura "disciplinare" si presentano fortemente disomogenei (sia tra di loro che al loro interno).

Ritornando all'esempio del RAE, sono i singoli *panel* che definiscono in base al proprio ambito scientifico i criteri e le metodologie di valutazione ritenuti più adeguati.

Il sopra citato documento introduce, inoltre, un processo di valutazione basato su un primo momento di autovalutazione (che utilizza prevalentemente metodi meccanicistici) ed un secondo di peer review con il CIVR che assume il ruolo di "integratore" finale delle informazioni ottenute al fine di elaborare un giudizio di merito sulle strutture e sui progetti.

Tale modalità, che non ha finora riscosso grande successo nella sua applicazione agli EPR, finisce per confermare i cronici difetti di parzialità informativa, disomogeneità, ritardi nell'esecuzione e difficoltà interpretativa, che finiscono per attribuire scarsa efficacia all'intero processo valutativo. Infatti, il CIVR non descrive i criteri e le metodologie con i quali intende gestire le informazioni contenute nelle due differenti fasi valutative (autovalutazione e giudizi di merito), introducendo pertanto un modello difficilmente condivisibile e fortemente verticistico, che lascia poco spazio ai momenti, essenziali, di partecipazione e mediazione.

L'aspetto di maggiore criticità nel sistema proposto riguarda proprio lo scarso (o meglio, assente) coinvolgimento degli attori coinvolti nel processo di valutazione, accompagnato da una complessità organizzativa "per *panel*". La stessa messa in opera del sistema previsto rischia di non corrispondere alle aspettative, se non bilanciata da un cospicuo sforzo per attivare processi "di visione" e per integrare le esperienze e le conoscenze sviluppate a livello di singolo *panel*.

Se ciò è valido in generale, diviene ancora più evidente in Italia dove alle promesse di un maggior impegno negli investimenti in ricerca, presenti in tutti i documenti programmatici, non è corrisposto alcun risultato concreto, almeno per il momento. In altri termini la valutazione rischia di essere considerata dagli attori del sistema scientifico non lo strumento per migliorare la qualità complessiva della ricerca e l'utilizzo più produttivo dei suoi risultati, ma semplicemente il "semaforo" per l'accesso a finanziamenti sempre più scarsi. Con ciò favorendo tutti i comportamenti più distortivi ed opportunistici nei suoi confronti.

Per superare le difficoltà derivanti dal contesto nazionale occorre, come testimoniano le esperienze europee, agire soprattutto sul consenso e sul coinvolgimento di tutti gli attori coinvolti nel processo, in modo tale da favorire una crescente attenzione da parte delle strutture stesse alle indicazioni ed ai suggerimenti emersi durante le fasi della valutazione. Va stimolato quindi un processo di tipo bottom up attraverso il quale fare leva per attivare un circolo virtuoso in grado di coinvolgere in successione anche i diversi ambiti decisionali. Ciò è tanto più importante oggi, allorché si manifestano diversi possibili livelli di decisione, sia per scala geografica (da quella internazionale fino a quella locale) sia per natura dei soggetti stessi (un insieme variegato che comprende enti pubblici, fondazioni, istituzioni, ministeri, ecc.).

3.1.2 La valutazione del CIVR 2001-2003

Il CIVR ha effettuato una valutazione triennale della ricerca in Italia per il triennio 2001-2003. L'esercizio, che si è concluso nel dicembre del 2006, ha riguardato la valutazione di oltre 17 mila prodotti (libri, capitoli di libri, articoli in riviste scientifiche, brevetti, altri prodotti realizzati, progetti, disegni, artefatti) realizzati da 102 strutture di ricerca (77 università, statali e legalmente riconosciute; 12 enti pubblici di ricerca; 13 istituzioni di ricerca private) alle quali fanno capo circa 64 mila ricercatori,.

Nella prima fase del processo, avviato nella seconda metà del 2004, le singole strutture di ricerca coinvolte nel processo di valutazione hanno selezionato autonomamente un prefissato numero di prodotti realizzati nel triennio in esame e le hanno trasmesse, per via telematica, classificate in base alle aree disciplinari previste dal CIVR. Le strutture hanno inoltre fornito alcuni indicatori di prestazione da mettere in correlazione con i prodotti, come ad esempio il numero di ricercatori, il bilancio, ecc. Va sottolineato che il numero di prodotti da presentare da parte di ciascuna struttura era "contingentato"; esso doveva essere pari al 50% del numero di ricercatori, espresso in equivalente tempo pieno, operanti presso ciascuna struttura.

Il secondo passaggio del processo di valutazione è stato affidato ai *panel*; ogni area disciplinare individuata dal CIVR aveva un proprio *panel* composto da un numero di esperti compreso tra 5 e 17 in funzione della complessità e della numerosità dei prodotti da analizzare. Complessivamente nelle 20 aree previste dal CIVR sono stati impegnati oltre 150 esperti, di provenienza eterogenea: 79 provenienti dall'università, 37 da istituzioni estere, 19 da enti di ricerca italiani, 16 da imprese italiane, straniere, multinazionali.

I criteri e gli indirizzi per la selezione degli esperti sono stati definiti dal CIVR con l'ausilio di cinque osservatori esterni designati dalla comunità scientifica nazionale.

A loro volta i *panel* si sono avvalsi di oltre 6.500 esperti ai quali è stato affidato il compito di esprimere un giudizio di merito sui prodotti. Il 59% degli esperti operava presso università italiane, il 22% presso istituzioni estere, il 17% presso gli enti di ricerca italiani, il 2% presso imprese italiane, straniere, multinazionali.

Ciascun prodotto è stato valutato da almeno due esperti (sconosciuti l'uno l'altro) con un grado di giudizio strutturato su quattro livelli di giudizio (eccellente, buono, accettabile, limitato) riferito alla qualità, rilevanza, originalità e innovazione, internazionalizzazione e potenziale competitivo internazionale di ciascun prodotto. Nel complesso la qualità di oltre 17.000 prodotti della ricerca relativi al triennio 2001-2003, proposti da atenei, enti pubblici e istituzioni private è stata giudicata complessivamente positiva: il 30% ha ottenuto un giudizio "eccellente" ed il 46% un giudizio "buono".

Era compito dei *panel* di area redigere il rapporto conclusivo sulla base dei seguenti documenti: relazione consensuale, avente l'obiettivo di riesaminare criticamente e sintetizzare i giudizi degli esperti; graduatoria di area, con l'attribuzione di un punteggio a ciascuna struttura; relazione finale di area.

Il processo di valutazione del CIVR presenta luci ed ombre.

Le prime possono così essere così riassunte.

- la valutazione del CIVR rappresenta il più ampio esercizio svolto in Italia e, quindi, rappresenta un importante contributo all'affermarsi della cultura della valutazione della ricerca;
- il processo di valutazione è stato realizzato attraverso l'utilizzo di un prototipo avanzato di modello di valutazione, interamente telematico;
- è stato utilizzato un metodo internazionalmente condiviso, quello del *peer reviewing*;
- è stato coinvolto un congruo numero di esperti appartenenti a istituzioni straniere;
- il processo di valutazione ha avuto un costo di 3,5 milioni di euro, una cifra significativamente inferiore rispetto agli oltre 15 milioni di euro spesi dal Regno Unito per il suo Research Assessment Exercise (RAE) che rappresenta il punto di riferimento internazionale per la valutazione della ricerca. Va osservato tuttavia che nel Regno Unito si è tenuto conto, nel computo del costo totale, anche del costo opportunità relativo al tempo dedicato dai ricercatori per fornire le informazioni richieste dai *panel*.

Le ombre:

- la scelta di limitare l'analisi al 50% della produzione scientifica implica che l'esercizio ha carattere di parzialità, e non si hanno elementi per giudicare se i prodotti non valutati siano omogenei o meno rispetto a quelli sottoposti a valutazione dal CIVR;
- non è chiaro il meccanismo secondo cui le strutture di ricerca hanno selezionato i prodotti da sottoporre a valutazione (i rispondenti non avevano chiare indicazioni su quale dovesse essere il l'assortimento di "prodotti" da considerare adeguato, e la scelta può essere stata influenzata da considerazioni di opportunità e di equilibri interni alle organizzazioni di ricerca piuttosto che essere stata dettata da mere valutazioni di qualità scientifica);
- la gran parte dei prodotti (articoli, libri, brevetti, ecc.) erano già stati sottoposti al vaglio della comunità scientifica;

- i giudizi dei vari esperti non sempre sono stati convergenti per cui, nella predisposizione delle relazioni consensuali, i panel hanno dovuto raggiungere un compromesso tra opinioni differenti;
- l'interpretazione dei parametri è stata lasciata ai singoli esperti che, in particolare nel caso dell'internazionalizzazione, hanno avuto difficoltà ad applicarli;
- non è chiaro fino a che punto la specificità di ciascuna area scientifica e tecnologica ha consentito di giungere ad un esercizio complessivo di valutazione con i necessari caratteri di omogeneità;
- la valutazione dell'impatto dei prodotti in termini di mercato si è rivelata particolarmente difficile.

Una delle principali debolezze dell'esercizio del CIVR consiste nell'assenza di partecipazione degli attori coinvolti nel processo di valutazione così che gli esperti hanno potuto effettuare un lavoro essenzialmente "burocratico", basato su alcuni documenti che, necessariamente, potevano fornire un quadro parziale della "qualità" dei prodotti e, soprattutto, dei produttori.

3.2 La valutazione dei progetti di ricerca

Per quel che concerne la selezione e la valutazione di tipo ex-ante di progetti di ricerca, una delle esperienze più significative, sia per le metodologie utilizzate sia per la trasparenza procedurale, è rappresentata dalla gestione dei co-finanziamenti alle università (cosiddetto ex 40%) da parte del MIUR (Silvani, 2000). Un comitato dei Garanti (8 membri) nominati dal MIUR sulla base di macroaree culturali e disciplinari, organizza collegialmente la valutazione dei progetti presentati da gruppi di ricerca universitari, garantendo un alto livello di qualità e di equanimità nelle scelte attraverso il ricorso all'individuazione di esperti esterni e alla peer-review anonima. Le attività di valutazione sono infatti svolte da esperti italiani e stranieri raccolti in un apposito albo e suddivisi in base all'area scientifico-disciplinare di competenza.

Dall'albo degli esperti vengono selezionati dal Comitato almeno due revisori (fino ad un massimo di cinque) per la valutazione anonima di ciascun progetto. Attraverso uno strumento informatico che tutela la riservatezza, ma favorisce anche la rapidità e l'integrazione, ciascun esperto riceve la documentazione ed utilizza la medesima scala di punteggio, tenendo conto dei criteri stabiliti per la valutazione delle proposte di ricerca. Il Comitato, ricevuti i pareri (non entra nel merito delle singole valutazioni), predispone una lista delle priorità che sottopone al MIUR per il co-finanziamento. Il sistema è tale per cui la ripartizione tra aree non risulta preassegnata (se non per una piccola quota di tutela per ciascuna area), ovvero tutti i progetti, a prescindere dalla loro appartenenza ad un determinato settore, competono tra loro sulla base di un giudizio di qualità. Il Comitato verifica i progetti in corso d'opera e li valuta alla conclusione, seppure in termini molto generali e a campione. I risultati di tali valutazioni vengono presi in considerazione per l'assegnazione dei finanziamenti negli anni successivi. Un aspetto critico del processo di valutazione è rappresentato dalla necessità da parte del Comitato di dover gestire un elevato numero di interazioni, rispetto ai progetti presentati, con gli esperti a causa dell'elevato numero di rifiuti e mancate valutazioni (57%) rispetto al totale delle richieste effettuate, con la conseguenza che il numero di revisori che ha espresso un giudizio su ciascun progetto è assai variabile. Nonostante, infatti, il Comitato dei garanti tenti di acquisire dai tre ai cinque giudizi per progetto, molto spesso giunge a fatica ad ottenerne due, pur avendo inviato il progetto a più di dieci revisori (PRIN-COFIN, 2002).

Altre esperienze nazionali di rilievo nell'ambito della valutazione dei progetti di ricerca sono rappresentate dalle recenti attività promosse nell'ambito del Fondo per gli investimenti della ricerca di base (FIRB) e del Fondo Agevolazioni per la Ricerca (FAR). Tali attività, anche se esulano dal tema centrale del presente lavoro, vanno segnalate in quanto introducono efficaci interventi valutativi di carattere negoziale.

4. Analisi critica delle esperienze

Dall'analisi svolta risulta che l'esperienza italiana può essere ricondotta essenzialmente a due grandi categorie di metodi. Per quel che riguarda le strutture di ricerca (Università ed EPR), la valutazione si basa fondamentalmente sull'analisi, da parte del CNVSU e del CIVR, dei rapporti prodotti dagli organismi decentrati (Nuclei di Ateneo e Comitati interni di valutazione) e, nel caso degli EPR, anche dagli enti stessi soggetto della valutazione. Il CNVSU, in aggiunta, promuove ed effettua studi specifici sulle Università attraverso l'utilizzo di metodi quantitativi di tipo ex-post.

Questo tipo di approccio prevede, nel caso delle Università, la convergenza su un sistema di indicatori predefiniti dal CNVSU, mentre nel caso degli EPR presuppone la messa a punto di criteri "minimi" da seguire per la stesura dei rapporti da parte degli organismi decentrati.

Per ciò che riguarda i progetti di ricerca, la selezione avviene essenzialmente attraverso l'utilizzo di referee anonimi oppure da appositi comitati di valutazione con l'apporto di esperti esterni.

In generale, si può affermare che in Italia si è raggiunto un buon livello nella capacità di sviluppare metodologie per la selezione ex-ante di progetti di ricerca, anche se tale approccio non è generalizzato in tutti i contesti in cui sarebbe possibile -e necessario- utilizzare le corrispondenti tecniche. Esemplificativa è l'esperienza del co-finanziamento universitario (ex 40%) dove, a seguito della sua radicale trasformazione partita sette anni fa, esiste una forte convergenza di pareri positivi sul processo complessivo di attribuzione dei finanziamenti. In questo ambito sono poi da segnalare le esperienze connesse alla gestione dei fondi ministeriali FIRB e FAR, dove l'introduzione di procedure di negoziazione ha favorito lo sviluppo di un approccio partecipativo degli attori coinvolti nel processo di valutazione, che ha reso più efficace la successiva realizzazione delle attività.

Per quel che riguarda invece le strutture di ricerca (Università ed EPR), le metodologie sviluppate sono largamente insoddisfacenti e di fatto fanno percepire il processo di valutazione come un vincolo "burocratico" piuttosto che un momento di verifica strategica delle attività, con un conseguente scarso impatto sia sui soggetti interessati sia sul sistema complessivo. E', inoltre, scarso il contributo della valutazione alla definizione ex-ante delle politiche di ricerca, mentre è del tutto assente sia il contributo metodologico che la concreta sperimentazione per quel che riguarda l'analisi d'impatto della ricerca finanziata.

E', infine, praticamente nullo l'input delle diverse esperienze di valutazione al sistema sociale e all'opinione pubblica, sia nei termini di aumentare la visibilità della ricerca e la trasparenza dei processi di spesa (in termini di efficienza e di efficacia), sia per quanto riguarda l'adesione ad un maggior consenso rispetto alla priorità degli investimenti in ricerca che, in una fase di risorse pubbliche decrescenti e di forte competizione tra i possibili investimenti sociali, rischia di penalizzare la ricerca, in particolare quella più a lungo termine, ad alto rischio e ad alto costo. Una delle cause principali del limitatissimo impatto della valutazione sul sistema sociale può essere individuata nella mancata introduzione ed applicazione di specifici strumenti e metodi che permettano di dare spazio agli interessi ed alle esigenze dei differenti portatori di interessi; questo, tra le altre cose, contribuisce a rendere poco trasparenti le scelte in materia di politica della R&S e la loro successiva realizzazione. Ancora una volta emerge come la mancanza di processi formalizzati o informali di costruzione di una condivisa "intelligenza strategica", a partire da una visione di medio termine elaborata attraverso processi partecipati, si traduce, da un lato, nella conferma della separatezza del mondo della ricerca dalle altre politiche sociali ed economiche e, dall'altro, nel mancato utilizzo di metodologie avanzate di valutazione, secondo la perversa equazione: scarsità di mezzi o confusione di obiettivi uguale inadeguatezza di strumenti e di strategie.

5. Conclusioni

L'introduzione sistematica nelle istituzioni delle esperienze di valutazione in Italia è un fenomeno recente ed in evoluzione, che si è sviluppato a partire dagli anni novanta. Tali attività vengono realizzate attraverso una quantità esigua di risorse se rapportate alla grandezza del sistema nazionale della R&S.

Si può affermare che l'esperienza italiana, in cui prevale un approccio "istituzionale", mostra evidenti limiti soprattutto dal punto di vista della scarsità delle metodologie e degli strumenti utilizzati, nonché della capacità di costruire un percorso condiviso in grado di associare obiettivi a risorse e a conseguire i corrispondenti risultati, facendo percepire ai soggetti della valutazione l'intero processo come un mero adempimento burocratico. Le esperienze possono quindi essere ricondotte essenzialmente alla selezione dei progetti proposti attraverso un giudizio scientifico dei pari, nella fase di attribuzione delle risorse, nonché a valutazioni meccanicistiche di tipo ex-post per ciò che concerne le strutture di ricerca. Inesistenti sono gli esempi di analisi preventiva di impatto, di esame socio-economico dei risultati previsti e di ponderazione degli esiti raggiunti, per non parlare della mancanza di validazioni con indipendenza di giudizio (valutatori esterni) nelle fasi intermedie in cui il processo scientifico e innovativo si sviluppa⁸. Poco diffuse sono le professionalità specifiche da impiegare negli esercizi di valutazione che non siano espressione delle conoscenze di merito sull'oggetto scientifico da valutare.

Al contempo, sono invece aumentate le aspettative dei diversi portatori di interessi riguardo gli esiti della valutazione delle attività di R&S, anche se la forza trainante di tale processo resta saldamente nelle mani dei decisori istituzionali e scientifici.

In questo contesto, comunque, le Linee Guida 2003 del CIVR appaiono largamente insufficienti, in quanto parziali e tendenzialmente velleitarie e, come tali, non sembrano in grado di incidere sulle carenze complessive del sistema.

Ai fini della creazione di un clima favorevole per lo sviluppo della valutazione in Italia un ruolo decisivo è giocato dalle attività europee, sia negli aspetti metodologici, sia attraverso la partecipazione diretta a progetti di ricerca europei che, essendo sottoposti sistematicamente a procedure di valutazione, introducono forzatamente la pratica valutativa.

Per attivare un circolo virtuoso è fondamentale sviluppare e formare un adeguato numero di risorse umane, congiuntamente all'aumento del finanziamento da destinare alla valutazione, tenendo conto che, al pari delle altre nazioni europee, diventa necessario promuovere non solo la cultura della valutazione ma anche la figura professionale del valutatore ed un coerente mercato professionale e competitivo. A tale riguardo bisogna ricordare come, ad esempio, in Olanda sono stati attivati già da diversi anni cicli di dottorato finalizzati alla formazione di valutatori della R&S.

Deve, inoltre, essere compiuto un ulteriore sforzo verso l'uso più esteso delle metodologie, degli strumenti e degli standard di valutazione tendendo ad affermare un approccio partecipativo e multi-prospettico, in modo tale da garantire risultati affidabili, in grado di essere utilizzati come strumento di supporto alle decisioni.

⁸ A solo titolo d'esempio l'Italia è uno dei pochi paesi a non aver sviluppato studi d'impatto circa la partecipazione ai Programmi Quadro di ricerca europei.

CAPITOLO 10

LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI PUBBLICI IN R&S. I PIANI PER IL POTENZIAMENTO DELLA RICERCA FINANZIATI DAL MIUR¹

di Giorgio Sirilli e Fabrizio Tuzi

1. Introduzione

L'investimento di risorse pubbliche nella ricerca e nell'innovazione richiede di essere giustificato in termini di "giusto ritorno" in termini sociali: salute, ambiente, energia, difesa, innovazione tecnologica, ecc. (Zuliani et al., 2006). Da alcuni anni la legittimazione della spesa per R&S e innovazione tende ad essere legata prevalentemente alle ricadute in termini economici verso la collettività così che, nella sua valutazione, si guarda a parametri quali nuovi prodotti, fatturato, esportazioni, occupazione, formazione di nuove imprese, posti di lavoro "qualitativamente migliori". Tale valutazione si presenta tuttavia problematica per vari motivi: le attività volte all'incremento ed alla diffusione delle conoscenze producono effetti molto ampi nel tessuto sociale - da quelli più tangibili in termini di prodotti e di processi, a quelli "immateriali" legati al rapporto tra l'uomo, se stesso e la natura - così che un'eccessiva enfasi sugli aspetti economici rischia di produrre una visione parziale e distorta; l'impatto economico della scienza e della tecnologia dipende non soltanto dal successo delle attività dei ricercatori, ma da tutta una serie di altri attori del contesto sociale quali i potenziali utenti delle applicazioni del nuovo sapere, gli imprenditori disponibili a trasformare l'invenzione in un'innovazione, le istituzioni, i finanziatori, ecc.; gli effetti delle nuove conoscenze si producono in tempi variabili, spesso non brevi e talvolta molto lunghi, e su uno spazio che tipicamente trascende la dimensione locale.

Se dunque il ruolo degli incentivi pubblici alla R&S è generalmente riconosciuto come critico e al contempo rilevante per il progresso sociale ed economico di una comunità, non esistono metodi oggettivi ed univoci per misurare l'entità degli effetti generati dagli investimenti nella ricerca ed il loro impatto, né per stabilire quale sia il suo livello ottimale di finanziamento pubblico.

I governi finanziano le attività di ricerca delle strutture pubbliche e di quelle private nell'assunto che le prime debbano produrre conoscenze di valenza generale per il progresso civile e sociale del paese, e le seconde necessitino di un sostegno pubblico in presenza di "fallimenti" del mercato che non produrrebbe sufficienti incentivi ad innovare (Malerba, 2000).

Nel caso delle imprese, l'obiettivo del sussidio pubblico mediante incentivi diretti e indiretti è quello di spingerle ad innovare facendo aumentare il livello degli investimenti in R&S rispetto a quanto le imprese stesse farebbero rispondendo ai segnali di mercato. Le politiche di sostegno all'innovazione adottate dall'Italia e da altri paesi hanno mirato ad aumentare la spesa per R&S, adottando il principio secondo cui maggiori investimenti conducono ad un più elevato livello di innovazione, che a sua volta genera aumenti di produttività. La letteratura economica fornisce

¹ Il presente capitolo è la traduzione dell'articolo: di Giorgio Sirilli e Fabrizio Tuzi, An evaluation of government-financed R&D projects in Italy, *Research Evaluation*, volume 18, n.2, June 2009, pp. 163-172.

tuttavia sia esempi di successo delle politiche, e dunque effetti di addizionalità rispetto all'investimento in innovazione che le imprese avrebbero effettuato autonomamente, sia esempi di spiazzamento, in cui le risorse pubbliche vengono a sostituirsi a quelle private. Benché siano auspicabili maggiori investimenti in R&S, non esiste alcun meccanismo automatico grazie al quale la tecnologia creata (nei casi di successo tecnico del progetto) si traduce in incrementi di produttività e in innovazioni di prodotto o di processo. Peraltro, la valutazione dell'impatto della ricerca è legata al modello del processo innovativo che ispira l'analisi. Il modello tradizionale, di tipo lineare, assume che l'innovazione proceda in modo sequenziale attraverso le fasi della ricerca di base, applicata, dello sviluppo, della messa a punto del processo di fabbricazione e del marketing; in tale modello la R&S, e dunque la fase che genera conoscenze tecnico-scientifiche, rappresenta una condizione necessaria per attivare il processo innovativo. Il modello "a catena", viceversa, assume che il processo innovativo sia basato sulla progettazione che, a sua volta, può basarsi sulle conoscenze disponibili ovvero sui risultati della ricerca; in tale contesto la R&S non rappresenta una precondizione per introdurre nuovi prodotti o nuovi processi. Va osservato che la gran parte degli interventi pubblici erogati alle imprese nel corso degli anni dal ministero dell'Università, dell'istruzione e della ricerca (MIUR)² rispondono prevalentemente ad una logica "lineare", mentre quelli gestiti dal ministero dello Sviluppo economico, intervenendo nelle fasi più a valle del processo innovativo, possono essere collocati sia in una logica "lineare" che "a catena"³. I modelli di tipo sistemico, come quello dei sistemi nazionali di innovazione (Lundvall, 1992), hanno il vantaggio di prendere in considerazione tutta una serie di elementi rilevanti (da quelli tecnici a quelli istituzionali) ma allo non forniscono chiare indicazioni di *policy*.

Nel caso del finanziamento pubblico di strutture di ricerca universitarie e degli enti pubblici il problema della valutazione si fa ancora più complesso⁴: al tradizionale controllo interno della comunità scientifica (Geuna, Martin, 2003; Kanninen, Lemola, 2006; OECD, 2006), attento alla qualità ed all'originalità dell'output degli scienziati, si aggiunge l'attenzione per la rilevanza e l'impatto delle conoscenze prodotte nei laboratori sull'intera struttura sociale o, quanto meno, su alcuni settori dell'intervento pubblico quali la sanità, le infrastrutture, l'ambiente, la difesa, ecc. (Sirilli, 2005a).

In vari paesi, e da vari anni, si procede ad effettuare valutazioni di progetti, programmi, istituzioni, politiche, impiegando sia gruppi di esperti indipendenti incaricati di verificare in quale misura sono stati raggiunti i risultati previsti e di dare conto dell'impatto delle iniziative, sia batterie di indicatori sugli aspetti principali della complessa fenomenologia da analizzare (Shapira, Kuhlmann, 2003; Fahrenkrog et al, 2002). Va osservato tuttavia che non di rado, assegnando ai progetti di intervento obiettivi quali lo "sviluppo economico", il "miglioramento della qualità della vita", o il "cambiamento delle aspettative", vengono riposte nei confronti della valutazione, dei valutatori e degli strumenti a disposizione aspettative irrealistiche (Zinocker, 2007). La valutazione si presta a discussioni ed a contestazioni ma, pur non avendo caratteristiche di oggettività, rappresenta un efficace strumento di trasparenza dell'azione pubblica e consente di acquisire conoscenze utili per progettare ed eseguire nuove azioni: in

² Il Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca (MIUR) è stato trasformato, nel 2006, in ministero dell'Università e della ricerca (MUR).

³ Nel dibattito sull'efficacia degli incentivi pubblici alle imprese c'è la constatazione che "più stringente è la selezione dei beneficiari, maggiore è la distorsione che si provoca nei mercati; in altri termini, esiste un *trade-off*: selezionare può aumentare l'efficacia dell'intervento pubblico e al contempo diminuire l'efficienza del sistema complessivo" (Ministero dello sviluppo economico, 2006). Questo sembra confermare quanto stabilito da alcuni studi (Chiri, Pellegrini e Sappino, 1998) che mostrano come le imprese destinatarie dell'intervento evidenzino una migliore redditività rispetto ad altre imprese non selezionate. Analoghi risultati sono stati ottenuti impiegando l'analisi "controfattuale", ovvero la stima di quello che sarebbe accaduto in assenza di politiche.

⁴ Negli anni più recenti si è sviluppato un dibattito sull'eccessiva enfasi posta dai governi sul ritorno economico dell'attività di ricerca a scapito dell'integrità del sistema scientifico pubblico (Sirilli, 2005b).

questo caso la valutazione viene intesa non come uno strumento "punitivo" o come una forma di controllo, ma come un'occasione di apprendimento. In altri casi, come per esempio il Research Assessment Exercise inglese (Baker, 2007), la valutazione viene usata per assumere decisioni di finanziamento secondo il principio della qualità dimostrata: vengono premiati i migliori e penalizzati gli scadenti (Zuliani et al., 2006).

2. I Piani di potenziamento delle reti di ricerca scientifica e tecnologica e la loro valutazione

Questo articolo affronta il tema della valutazione dei "Piani di potenziamento delle reti di ricerca scientifica e tecnologica" gestiti dal Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca (MIUR) in riferimento a quanto previsto dalla legge attuativa n. 488 del 1992⁵. La delibera CIPE che regola l'intervento definisce i Piani come "una pluralità di iniziative coordinate e finalizzate a promuovere lo sviluppo del sistema della ricerca sul territorio". A seconda delle tipologie di tali iniziative (reti consortili, parchi scientifici e tecnologici, progetti pilota, progetti di formazione, progetti di ricerca) vengono identificati obiettivi specifici e, con i progetti di ricerca, si mira: "alla realizzazione di interventi costituiti da una pluralità di azioni sviluppate da imprese, enti pubblici di ricerca, università, e volti al conseguimento, anche attraverso integrazione e trasferimento di tecnologie innovative, di obiettivi prioritari per lo sviluppo scientifico e tecnologico di settori rilevanti per il sistema economico territoriale. In particolare, i Piani mirano a creare le condizioni, oltreché per la diffusione dell'innovazione dei servizi ad elevata qualificazione, anche per l'avvio di nuova imprenditorialità caratterizzata da competitività a livello nazionale ed internazionale, per il consolidamento dell'occupazione attraverso la qualificazione di competenze, nonché per la promozione dell'occupazione giovanile nei settori della produzione e dei servizi."

Nell'articolo vengono descritti i risultati di una valutazione dell'impatto tecnico-scientifico e socio-economico dei Piani, nonché della significatività di alcuni indicatori da impiegare nell'esercizio⁶. In linea di principio la metodologia più appropriata sarebbe stata quella di valutare ciascun Piano coinvolgendo un adeguato numero esperti scelti sia tra coloro che erano stati coinvolti nella sua esecuzione, sia tra persone esterne in grado di valutare in maniera indipendente il "valore" dei risultati ed il loro impatto. In tal modo sarebbe stato possibile giungere ad una valutazione ragionevolmente "equilibrata", in quanto basata su vari punti di vista. La metodologia adottata in questo articolo è quella dell'intervista diretta ai responsabili dei singoli progetti finanziati dal MIUR nell'ambito dei Piani (l'intervento prevedeva l'attivazione di 13 Piani, articolati a loro volta in 52 progetti) in quanto detentori di informazioni non soltanto sull'esecuzione delle attività di cui sono stati responsabili, ma anche di conoscenze indirette sull'impatto che i risultati hanno prodotto. Tale approccio, certamente più economico del primo, e la cui scelta è stata dettata anche dalla limitatezza delle risorse disponibili, ha alcuni limiti: gli intervistati sono parte in causa e quindi il loro punto di vista può essere influenzato da un interesse costituito, e le loro conoscenze riguardano tipicamente molto più gli aspetti tecnico-scientifici che i risvolti socio-economici del proprio lavoro; non sono stati intervistati altri soggetti (utilizzatori dei risultati dell'intervento, enti pubblici, imprese, ecc.) che, potenzialmente,

⁵ Il costo complessivo dei Piani è stato di 326,1 milioni di euro. Il MIUR ha erogato 166,0 milioni di euro (in media 12,8 milioni per ogni piano), il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) 93,8 (in media 7,2) e altre fonti 66,3 (in media 5,1). In valore assoluto, 8 Piani su 13 erano dotati di risorse finanziarie uguali o superiori a 20 milioni di euro. Disaggregando l'analisi, emerge che il MIUR ha finanziato Piani per risorse superiori a 5 milioni di euro in 10 casi su 13 e superiori a 10 in 3. Il FESR ha erogato risorse superiori a 5 milioni in 6 casi e superiori a 10 in 5.

⁶ Il tema della valutazione della legge 488/92 è stato affrontato, prevalentemente in chiave economica, da vari autori: Carlucci, Pellegrini, 2003; Pellegrini, 2002; Vadalà, 2005; Ministero delle attività produttive, 2003.

avrebbero potuto integrare le informazioni acquisite presso i responsabili di progetto. Sebbene le informazioni raccolte abbiano un carattere di parzialità, si ritiene che i risultati ottenuti siano di rilevante interesse sia sotto il profilo della valutazione dello specifico intervento del MIUR, sia sotto quello metodologico.

L'indagine, condotta nel periodo novembre – dicembre 2006, è stata effettuata mediante questionario inviato per via elettronica ai 52 responsabili di progetto, con un tasso di risposta del 69%: i dati elaborati riguardano le risposte fornite da 36 rispondenti.

Gli attuatori dei Piani sono sia imprese private (comprese le aziende ospedaliere), il 53% del totale, che enti pubblici (università, enti pubblici di ricerca, ospedali-cliniche), per il restante 47%. Tra i soggetti privati sono presenti alcune grandi imprese (Fiat, Ansaldo, Piaggio, Zanon, Trenitalia) e tra gli enti pubblici si riscontra la significativa presenza di enti di ricerca e università (Enea, Cnr, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, varie università italiane). La composizione mista tra imprese di produzione e istituzioni pubbliche fa sì che l'impatto complessivo delle attività finanziate con i Piani di ricerca del MIUR vada valutato non soltanto con parametri economici, tipici degli interventi pubblici tesi ad elevare le capacità tecnologiche e competitive delle imprese, ma nel più ampio scenario della soddisfazione delle esigenze della società, spesso non facilmente definibili nelle loro varie dimensioni e, dunque, misurabili.

In media la durata dei progetti è stata di 46 mesi circa, con oscillazioni tra i 36 ed i 51 mesi. Il periodo compreso tra la chiusura di ogni progetto e la compilazione del questionario corrisponde ad un valore medio di circa 56 mesi, quindi di oltre quattro anni, variando da 35 mesi a 68, un lasso di tempo sufficientemente ampio da rendere possibile una valutazione dell'impatto non soltanto tecnico-scientifico, ma anche socio-economico.

3. I risultati dell'indagine

3.1 La caratterizzazione dei progetti

Nel questionario di rilevazione è stato chiesto ai rispondenti di classificare il proprio progetto secondo le categorie previste dai documenti di programmazione dei Piani: "ricerca di base", "ricerca applicata", "trasferimento tecnologico" e "potenziamento delle infrastrutture per la ricerca". Dai risultati delle interviste emerge come le attività di ricerca di base e applicata abbiano interessato 24 progetti, corrispondenti al 67% del totale (Tabella 1)⁷. Una quota residuale, costituita da 12 progetti (pari al 33%) riguarda attività di trasferimento tecnologico e potenziamento delle infrastrutture di ricerca. Soltanto un progetto è stato considerato dai responsabili come riconducibile ad attività proprie della ricerca di base, ed altri due ad attività di potenziamento delle infrastrutture di ricerca. Nel complesso si può affermare che, mentre in due casi su tre l'obiettivo dell'intervento pubblico è stato quello primario dell'incremento delle conoscenze, nel restante terzo si è trattato dell'impiego di tecnologie esistenti.

⁷ La ripartizione può essere comparata con un'analisi della documentazione progettuale dei Piani disponibile presso il MIUR (Cavallaro, Paolini, Sirilli, 2006) e con i risultati di un'indagine della Corte dei conti (Corte dei conti, 2005). Da tali documenti la ripartizione tra attività risulta la seguente: ricerca di base 4,2%, ricerca applicata 51,2%, trasferimento tecnologico 12,0%, potenziamento di infrastrutture 32,5%. Nel complesso si osserva che i responsabili dei progetti tendono a sottolineare prevalentemente gli aspetti della ricerca, mentre l'analisi documentale effettuata nel citato lavoro porta a considerare una quota maggiore di iniziative come orientate al potenziamento di infrastrutture di ricerca. Le differenze tra i risultati delle due analisi sono in parte da attribuire alla non completa coincidenza degli universi statistici indagati. Infatti, sebbene in entrambi i casi l'analisi sia stata effettuata sul medesimo gruppo iniziale di 52 progetti, nella Relazione della Corte dei conti sono disponibili informazioni per 38 progetti, mentre l'analisi descritta in questo studio è basata su informazioni direttamente rilevate mediante la compilazione di 36 questionari.

Tabella 1 - Caratteristiche dei progetti

	numero	percentuale
Ricerca di base	1	2,8
Ricerca applicata	23	63,9
Trasferimento tecnologico	10	27,8
Potenziamento di infrastrutture di ricerca	2	5,6
Totale	36	100,0

3.2 La valutazione dell'impatto tecnico-scientifico e socio-economico

Secondo l'opinione dei 36 intervistati, l'impatto tecnico-scientifico dei progetti è stato ritenuto "elevato" in 19 casi, "medio" in 16 casi, e inesistente in un solo caso (Tabella 2). I responsabili dei progetti ritengono dunque che sia possibile – almeno dal proprio punto di vista – esprimere un giudizio di merito sui progetti, e che questo sia particolarmente lusinghiero. Anche nel caso dell'impatto socio-economico i rispondenti ritengono che sia possibile effettuare una valutazione (si riscontrano soltanto due casi in cui questo è stato giudicato inesistente o impossibile da valutare), ma la risposta più frequente (24 casi su 36) ha riguardato un impatto "medio". Tale tipo di esito sconta verosimilmente una maggiore "distanza" dei responsabili dei progetti dalle fasi applicative del processo di generazione e diffusione delle conoscenze.

Tabella 2 - Valutazione dell'impatto tecnico-scientifico e socio-economico dei progetti (numero di risposte)

	Impatto tecnico-scientifico	Impatto socio-economico
Elevato	19	10
Medio	16	24
Inesistente	1	1
Impossibile da valutare	0	1
Totale	36	36

I dati di Tabella 2 possono essere comparati con quelli contenuti nella relazione della Corte dei conti sulla gestione dei Piani (Corte dei conti, 2005). La relazione contiene una serie di informazioni e di schede che riportano i pareri delle commissioni di accertamento relative a 38 progetti analizzati relativamente a tre dimensioni: tecnico-scientifica, socio-economica, occupazionale. Per tutti i progetti i valutatori delle commissioni hanno espresso un giudizio positivo circa il raggiungimento degli obiettivi tecnico-scientifici. Circa l'impatto socio-economico ed occupazionale i valutatori hanno fornito pareri del tutto prevedibili: nel primo caso la grande maggioranza (30 su 38) ha affermato che l'impatto dei risultati conseguiti dal progetto dipende dalle condizioni del contesto – economiche, sociali, finanziarie, politiche – e che si dispiegherà verosimilmente nel medio-lungo periodo. In alcuni casi (5) hanno espressamente affermato che non è possibile effettuare previsioni in merito, ovvero non hanno affatto fornito informazioni (3). Anche nel caso dell'impatto sull'occupazione i valutatori non hanno potuto fornire elementi utili di conoscenza: 4 su 38 hanno affermato che non è possibile fare previsioni e 9 non hanno fornito risposta. La restante quota si ripartisce tra coloro che affermano che le modifiche sul numero e la qualità dei posti di lavoro dipende dal contesto economico generale (16) e coloro che, oltre a sostenere tale affermazione, hanno fornito informazioni relative alla generazione di

posti di lavoro non nelle strutture produttive o di servizio, ma nell'ambito di quelle che hanno svolto il progetto (9). Le differenze tra i risultati della indagine statistica riportata in questo studio e quelli dell'analisi della Corte dei conti possono essere spiegati tenendo conto dei differenti punti di vista (nel primo caso dei responsabili dei progetti e nell'altro dei valutatori delle commissioni di accertamento) e del momento in cui sono stati espressi i giudizi (rispettivamente a ridosso dalla conclusione dei progetti, e a distanza di oltre 4 anni). Nel complesso si può osservare una maggiore cautela degli esperti delle commissioni di accertamento nella capacità di valutare l'impatto socio-economico dei progetti rispetto ai responsabili dei progetti stessi.

3.3 La valutazione dell'impatto in termini temporali

In relazione alla valutazione delle potenzialità delle prevalenti ricadute socio-economiche in termini temporali emerge una netta prevalenza del "medio periodo": 20 progetti a fronte di 7 nel "breve" e 8 nel "lungo" (Tabella 3); ciò indica che il processo di utilizzazione delle nuove conoscenze o delle nuove infrastrutture richiede, per dispiegarsi, tempi medio-lunghi. L'implicazione in termini metodologici è che la valutazione dell'impatto socio-economico dei progetti debba essere effettuata dopo un congruo lasso di tempo dal termine delle attività: effettuare analisi valutative dopo uno o due anni dalla chiusura del progetto può condurre a conclusioni inaccurate semplicemente perché parte degli effetti deve ancora prodursi. Soltanto in un caso l'intervistato ritiene impossibile valutare le potenzialità delle ricadute socio-economiche indipendentemente dal fattore temporale.

Tabella 3 - Valutazione delle potenzialità delle prevalenti ricadute socio-economiche dei progetti in termini temporali (numero di risposte)

	Ricerca		Trasferimento e potenziamento		Totale
	numero	percentuale	numero	percentuale	
Breve periodo	6	25,0	1	8,3	7
Medio periodo	13	54,2	7	58,3	20
Lungo periodo	4	16,7	4	33,3	8
Impossibile da valutare	1	4,2	0	0,0	1
Totale	24	100,0	12	100,0	36

La Tabella 3 mostra una differenza significativa tra i progetti di ricerca e quelli per il trasferimento o il potenziamento delle strutture: i primi tendono a produrre un impatto in tempi più ravvicinati, mentre i secondi estendono i propri effetti prevalentemente sul medio-lungo periodo. Tale risultato appare in qualche modo controintuitivo, in quanto ci si aspetterebbe che le attività di ricerca richiedessero tempi più lunghi per produrre effetti sulla società o sull'economia dei progetti volti a trasferire conoscenze già sperimentate o a potenziare strutture di ricerca con apparecchiature avanzate. In ogni caso, i dati indicano come, nella valutazione degli interventi pubblici come quelli della legge 488/92, sia necessario tener conto delle caratteristiche tecniche del progetto che hanno una rilevanza sui tempi in cui produrranno i propri effetti.

3.4 La valutazione dell'impatto in termini spaziali

I risultati dell'indagine mostrano come, a giudizio degli intervistati, nella metà dei casi le ricadute socio-economiche nel lungo periodo dei progetti si proiettino nello scenario nazionale,

circa un terzo in quello internazionale, ed il restante a livello locale (Tabella 4). Merita attenzione l'esigua percentuale, il 20%, riferita alla dimensione locale, che sottolinea come le nuove conoscenze e le strutture scientifiche tendano a produrre effetti difficilmente riconducibili ad un ambito ristretto, ma abbiano la proprietà di diffondersi su una più vasta scala che può trascendere le frontiere nazionali. D'altro canto va ricordato che gli interventi previsti dalla legge 488/92 erano destinati localmente allo sviluppo locale, nella fattispecie alle regioni del Mezzogiorno. Va altresì rilevato che i progetti finanziati, sebbene destinati ad elevare il livello scientifico e tecnologico delle regioni meridionali, in non pochi casi sono stati svolti da attori privati nelle regioni centrali e settentrionali del paese.

Tabella 4 - Valutazione delle potenzialità di ricadute socio-economiche dei progetti nel lungo periodo in termini spaziale (numero di risposte)

	Ricerca		Trasferimento e potenziamento		Totale
	numero	percentuale	numero	percentuale	
Locale	3	12,5	4	33,3	7
Nazionale	13	54,2	5	41,7	18
Internazionale	8	33,3	3	25,0	11
Totale	24	100,0	12	100,0	36

La proiezione spaziale delle ricadute varia significativamente tra le tipologie di intervento: i progetti di ricerca risultano nel 54% dei casi avere una ricaduta a livello nazionale e per un terzo a livello internazionale; i progetti di trasferimento e di potenziamento per un terzo hanno un impatto locale e per il 42% nazionale. Tale risultato evidenzia come le nuove conoscenze prodotte dalla ricerca abbiano carattere di bene pubblico, non rivalità (l'utilizzazione da parte di un utente addizionale non comporta un costo addizionale) e non escludibilità (l'utilizzazione da parte di utente ulteriore non riduce la disponibilità del bene ed è difficile escludere le persone dal consumo), hanno intrinsecamente un elevato effetto diffusivo (e quindi un elevato impatto sul tessuto tecnico, scientifico ed economico) che va al di là dell'area locale, mentre il perfezionamento di tecnologie esistenti ed il potenziamento di infrastrutture scientifiche meglio si presta ad avere ricadute nell'area geografica di riferimento. Anche in questo caso i dati mostrano come sia necessario, nella valutazione degli interventi, tener conto della tipologia dei progetti finanziati. I dati sollevano inoltre il problema stesso dell'intervento pubblico mirato allo sviluppo locale come quello della legge 488/92: se i dati acquisiti venissero corroborati da ulteriori evidenze, si potrebbe porre il problema della scarsa efficacia intrinseca dei progetti di ricerca dei Piani quale strumento per l'avanzamento socio-economico di specifiche regioni, mentre le politiche locali potrebbero puntare più decisamente su progetti di trasferimento o di potenziamento delle strutture, che "pagano" maggiormente a livello locale, anche se in tempi più lunghi. Più in generale ciò solleva il problema del ruolo del MIUR e delle Regioni quali attori di sviluppo: il primo dovrebbe avere come compito precipuo la ricerca che, per definizione, non ha frontiere e di cui possono beneficiare i membri della comunità scientifica e tecnica indipendentemente dalla loro collocazione geografica, mentre strumenti gestiti da enti quali l'Unione europea o le regioni dovrebbero concentrarsi su iniziative a minore rischio scientifico e di carattere più applicativo. Naturalmente si tratta di prevalenza, e non necessariamente di esclusività⁸. Allo stesso tempo non si può affermare che l'intervento della legge 488/92 sia concettualmente errato: data la caratteristica di bene pubblico delle conoscenze e dell'importanza della loro dimensione tacita e localizzata, è del tutto possibile che l'area verso cui viene rivolta l'attenzione possa trarre rilevanti benefici dalle attività svolte, specialmente se tale area è inserita in un sistema locale di innovazione ben funzionante (Lundvall, 1992; Lorenz, Lundvall, 2006).

⁸ Lascia perplessi la decisione di alcune regioni italiane di prevedere, nelle propria legislazione, il finanziamento e la promozione della ricerca di base (Silvani, Sirilli, Tuzi, 2005).

3.5 Gli attori coinvolti

I modelli teorici del processo innovativo (lineare, a catena, sistemico) sottolineano che l'impatto delle nuove conoscenze sul tessuto sociale ed economico dipende non soltanto dall'originalità e dalla "qualità" dell'input di conoscenze, ma da un insieme di altri fattori di tipo strutturale, economico, organizzativo, gestionale, finanziario, istituzionale, ecc. (Malerba, 2000). Il sistema nazionale o locale di innovazione avrà dunque buone prestazioni a condizione che ciascuno degli attori svolga in maniera adeguata la propria funzione: soltanto se tutto il sistema opera in maniera efficace ed efficiente sarà possibile beneficiare dei frutti della ricerca.

Nel questionario è stata proposta ai rispondenti una lista di attori che, tipicamente, sono coinvolti nell'introduzione delle innovazioni, ed è stato richiesto di attribuire, su una ipotetica scala da 0 a 100, il contributo percentuale di ciascuno alla realizzazione dell'impatto socio-economico del progetto finanziato dal MIUR.

I risultati mostrano come il progetto di cui erano stati responsabili gli intervistati ha un "peso" del 41%, mentre le imprese di produzione rappresentano il 27% e gli enti pubblici locali e nazionali il 25% (Tabella 5). Tale risultato, analogo a quello della spesa innovativa delle imprese, da cui risulta che la R&S rappresenta una quota minoritaria sul totale⁹, danno una misura del fatto, ben noto, che l'accrescimento delle conoscenze e la loro diffusione rappresenta soltanto una preconditione, mentre i processi innovativi dipendono largamente dagli agenti "a valle", incaricati di portare all'utente finale il beneficio delle nuove tecnologie. Probabilmente, se il questionario fosse stato sottoposto a persone diverse dai responsabili dei progetti finanziati, che sono tra i principali stakeholder dell'iniziativa, la percentuale del 41% sarebbe risultata inferiore.

Tabella 5 - Contributo di ciascun attore alla realizzazione dell'impatto socio-economico del progetto nel lungo periodo (percentuale)

	Ricerca	Trasferimento potenziamento	Totale
Beneficiari del progetto	43	37	41
Imprese di produzione	30	22	27
Istituzioni pubbliche locali	6	20	12
Istituzioni pubbliche nazionali	13	13	13
Finanziatori dell'applicazione dei risultati	3	5	3
Altri soggetti	5	3	4
Totale	100	100	100

Anche in questo caso si riscontrano significative differenze tra progetti di ricerca e di diffusione: per i primi viene attribuita una rilevante importanza ai progetti stessi ed alle imprese di produzione incaricate di portare sul mercato i nuovi prodotti o di utilizzare i nuovi processi, mentre per i progetti di trasferimento e di potenziamento assumono un ruolo particolarmente rilevante le istituzioni pubbliche locali.

Le implicazioni di tali risultati appaiono rilevanti in sede di metodologie della valutazione. In primo luogo le percentuali danno una quantificazione, sebbene approssimativa, del peso che la ricerca ha nel complesso processo dell'innovazione interpretato sostanzialmente in un contesto di modello lineare, mettendo in risalto la sua importanza ma anche la rilevanza cruciale degli altri attori quali le imprese e gli enti pubblici. Di conseguenza non è proponibile valutare l'impatto socio-economico dei progetti di ricerca senza esplorare l'intera catena dell'innovazione; impresa

⁹ Secondo i dati dell'ISTAT, la spesa per innovazione delle imprese innovatrici italiane nel 2000 era la seguente: R&S 33%, acquisto di macchinari e impianti 47%, acquisto di tecnologia non incorporata nei macchinari (licenze, know how) 7%, progettazione 4%, formazione del personale 4%, marketing 5% (ISTAT, 2004).

senz'altro impegnativa da affidare ad un gruppo di esperti indipendenti che, dopo un congruo periodo dalla conclusione del progetto, ne valutino gli esiti (positivi e negativi, previsti ed inaspettati) tenendo conto non soltanto dell'efficienza e dell'efficacia dell'apporto tecnico-scientifico, ma anche del ruolo svolto dagli altri attori del sistema di innovazione e del dinamico contesto socio-economico in cui l'innovazione si colloca¹⁰.

3.6 Gli indicatori

Uno dei temi chiave della valutazione della ricerca è quello degli indicatori da impiegare per illustrare non solo lo svolgimento delle attività, ma anche gli esiti e l'impatto¹¹. L'obiettivo degli indicatori della scienza, della tecnologia e dell'innovazione è analogo a quello degli indicatori sociali: fornire un quadro dello stato della scienza e della tecnologia ed anticipare le conseguenze sociali ed economiche degli avanzamenti scientifici e del cambiamento tecnologico. Gli indicatori della scienza e della tecnologia sono destinati a fornire risposte a una o più domande circa lo stato ed i mutamenti dell'impresa scientifica e tecnologica, la sua struttura interna, le sue relazioni con il mondo esterno, il modo in cui essa raggiunge gli obiettivi fissati dal suo interno o dal suo esterno. Gli indicatori, per definizione, illustrano un particolare aspetto di una realtà complessa e multiforme. E' quindi necessario disporre di modelli, come quelli sopra menzionati, per stabilire di volta in volta il significato e la capacità euristica di ciascun indicatore (Sirilli, 2002).

Ai rispondenti dell'indagine è stato chiesto di formulare un giudizio sulla significatività di una serie di indicatori nella valutazione dell'impatto socio-economico al momento dell'intervista (e dunque mediamente dopo oltre 4 anni dalla conclusione del progetto) e a distanza di cinque anni.

Gli indicatori individuati come rilevanti al momento dell'intervista sono connessi alle cooperazioni avviate tra imprese, università, enti di ricerca (33 risposte su 36), alle pubblicazioni scientifiche sia su riviste sia nazionali (26) che internazionali (29), all'attivazione di nuovi servizi (29), alla creazione di nuova occupazione (27), al fatturato generato dall'applicazione dei risultati del progetto (25) (Tabella 6). Una scarsa rilevanza viene attribuita al contributo dell'innovazione alle esportazioni, alle nuove imprese create (*spin-off*), ai brevetti ed alle licenze. I risultati non cambiano significativamente se l'ottica si sposta in avanti di cinque anni: ciò indica che, secondo gli intervistati, l'importanza dei vari elementi per giudicare l'impatto socio-economico dei progetti non varia nel corso del tempo.

¹⁰ Nella valutazione vanno tenuti in considerazione non soltanto i risultati attesi ed esplicitati nei documenti di programmazione delle iniziative scientifiche e tecnologiche, nonché le condizioni di contesto sociali, economiche, finanziarie, ma anche gli aspetti di *serendipity*, e cioè dei risultati e degli impatti non previsti, ma che si sono prodotti creando effetti positivi e benvenuti. Si può citare il caso dei Progetti finalizzati del CNR che, ad una valutazione a posteriori, sono stati apprezzati dalle imprese per aver creato le condizioni di una più intensa collaborazione con le strutture di ricerca pubblica, e dunque per aver prodotto la formazione di reti, obiettivo non previsto tra quelli prioritari dell'esercizio.

¹¹ Nella richiamata relazione della Corte dei conti si legge: "Nel Quadro comunitario di sostegno è stato dato spazio crescente agli indicatori: nella trattazione del sottoprogramma II misura I, centri di ricerca e innovazione, questi stessi possono essere ricondotti ai progetti realizzati, alle pubblicazioni scientifiche (numero), ai brevetti (numero), ai prototipi (numero), alle eventuali azioni di trasferimento (numero), al costo totale di progetti realizzati, alle borse di studio e ai contratti dei ricercatori, al costo totale delle borse di studio e ai contratti con i ricercatori, all'occupazione creata e mantenuta, ai centri di ricerca e alle università coinvolte come partner, alla durata del coinvolgimento delle imprese stesse. Per il sottoprogramma II misura 2.6, relativa alla ricerca industriale, sono suggeriti il numero di progetti di ricerca e sviluppo realizzati, nuovi prototipi, numero delle innovazioni (di processo e di prodotto), il costo totale dei progetti realizzati, le borse di studio e i contratti con i ricercatori, l'occupazione creata e mantenuta, i centri di ricerca e le università coinvolte come partner, le imprese e la durata del coinvolgimento di queste ultime".

Tabella 6 - Grado di significatività degli indicatori nella valutazione dell'impatto socio-economico dei progetti (numero di risposte)

Indicatore	Rilevante			Non rilevante			Nessuna risposta	Totale
	progetti di ricerca	progetti di trasferimento e potenziamento	totale	progetti di ricerca	progetti di trasferimento e potenziamento	totale		
Brevetti e licenze	14	6	20	9	5	14	2	36
Pubblicazioni scientifiche nazionali	22	7	29	2	4	6	1	36
Pubblicazioni scientifiche internazionali	19	7	26	5	4	9	1	36
Fatturato legato all'innovazione	16	9	25	7	2	9	2	36
Esportazioni	6	6	12	17	4	21	3	36
Nuove imprese create (spin-off)	11	7	18	12	5	17	1	36
Cooperazioni avviate	22	11	33	1	1	2	1	36
Creazione di nuova occupazione	18	9	27	4	3	7	2	36
Attivazione di nuovi servizi	18	11	29	5	1	6	1	36

L'ordine di importanza dei singoli indicatori varia a seconda del tipo di progetto: quelli di ricerca annettono una maggiore significatività alle pubblicazioni scientifiche ed ai brevetti, mentre i progetti di trasferimento e di potenziamento, coerentemente con la loro stessa natura, assegnano una maggiore rilevanza ad indicatori di impatto quali il fatturato legato all'innovazione, le esportazioni, le nuove imprese create (*spin-off*), l'attivazione di nuovi servizi. In una visione del processo innovativo di tipo lineare, che sottende gran parte delle misure di sostegno gestite dal MIUR, si ipotizza che la vicinanza al momento applicativo sia maggiore per i progetti di costruzione di infrastrutture tecnologiche e di trasferimento dei risultati della ricerca che non per quelli che mirano all'accrescimento delle conoscenze attraverso attività di ricerca di base o applicata. Tale differenza si riverbera anche nel tipo di indicatori da utilizzare: nel primo caso i macchinari e le strutture messe a disposizione, i prodotti ed i servizi frutto dell'applicazione di tecnologie già disponibili; nel secondo il grado di raggiungimento dei risultati può essere meglio posto in evidenza guardando alle pubblicazioni scientifiche, alle loro citazioni, ai brevetti depositati, ai prototipi messi a punto.

Va rilevato che le indicazioni dei rispondenti forniscono utili suggerimenti circa il tipo di problematica da indagare per caratterizzare l'impatto dei progetti; problema diverso è quello della costruzione degli indicatori. Nel caso di quelli dell'output scientifico come i brevetti e le pubblicazioni scientifiche le definizioni sono ormai standardizzate (Sirilli, 2002) ed i dati facilmente reperibili (OECD, 2005), mentre per quelli dell'output come il fatturato legato all'innovazione, le esportazioni, le nuove imprese, le cooperazioni tra i vari attori del sistema innovativo, la nuova occupazione, l'attivazione di nuovi servizi, ancora non si dispone di concetti condivisi e di dati "certificati" utilizzabili per comparazioni spaziale e temporali. Per esempio va definito cosa si intende per creazione di nuova occupazione (diretta o indiretta; nel paese o all'estero; lorda o netta, tenendo conto dell'occupazione eliminata dall'innovazione), il fatturato (di singole imprese o di settori industriali) la formazione di nuove imprese (numero di imprese, il loro fatturato, il loro stadio evolutivo), le cooperazioni (numero, importanza tecnico-scientifica, prospettiva strategica o di fatturato) (Eurostat, 2007). Tali dati possono, almeno in parte, essere riferiti al singolo progetto, ma la normale ambizione della costruzione degli indicatori è quella di predisporre griglie valide per tutti i settori e le aree di intervento. In conclusione si può osservare come, se da un lato gli intervistati hanno individuato una serie di parametri su cui valutare l'impatto socio-economico dei loro progetti, dall'altro permangono seri problemi di definizione degli indicatori e di raccolta e standardizzazione di dati che

possono essere utilizzati per costruire "cruscotti" (scoreboard) da impiegare in maniera sistematica per caratterizzare l'impatto dei progetti¹².

4. Conclusioni

L'analisi effettuata consente di formulare alcune considerazioni e di trarre alcune conclusioni.

Dai risultati delle interviste emerge che i due terzi dei progetti finanziati con i Piani di potenziamento delle reti di ricerca scientifica e tecnologica prevedevano attività di ricerca di base o applicata, mentre un terzo il trasferimento tecnologico o il potenziamento di infrastrutture di ricerca.

La maggioranza degli intervistati ha dichiarato che il proprio progetto ha avuto un impatto elevato, sia sotto il profilo tecnico-scientifico che socio-economico. Soltanto una ristretta minoranza dei responsabili di progetto ritiene che non sia possibile effettuare un'adeguata valutazione, opinione alquanto diversa da quella emersa dal giudizio delle commissioni di accertamento riportato nell'analisi della Corte dei conti. Nel complesso i dati mostrano che, come prevedibile, i progetti di ricerca hanno un più elevato impatto scientifico ed una minore ricaduta socio-economica; per i progetti di trasferimento e di infrastruttura vale il contrario: un minore impatto sulla comunità scientifica ed una maggiore ricaduta socio-economica.

Osservando la dimensione temporale e spaziale dell'impatto dei progetti, i risultati dell'indagine indicano che quelli di ricerca hanno un orizzonte temporale relativamente breve su uno scenario nazionale o internazionale, mentre i progetti di trasferimento o di infrastruttura "pagano" in tempi più estesi ma in un contesto prevalentemente locale.

Ciò mette in rilievo il fatto che i Piani hanno di fatto messo in campo due distinti strumenti con caratteristiche strutturali e ricadute sul sistema scientifico e sociale sensibilmente diverse. Tale fattore rappresenta dunque un elemento rilevante nella valutazione degli esiti della legge 488/92.

L'indagine ha permesso di effettuare una quantificazione del contributo di ciascun attore alla realizzazione dell'impatto socio-economico delle attività di ricerca e di creazione di infrastrutture. Il progetto di ricerca finanziato dalla legge 488/92 assume un peso di poco superiore ad un terzo, mentre un ruolo rilevante viene attribuito alle imprese di produzione ed agli enti pubblici nazionali e locali. In termini di valutazione dell'intervento pubblico mirato ad elevare, mediante l'attivazione di attività di ricerca ed innovative, le prestazioni dei sistemi socio-economici locali e nazionali si può dunque affermare che sia assolutamente necessario ricomprendere nell'analisi tutti gli attori coinvolti, e che la richiesta di *accountability* da parte degli enti di programmazione e controllo vada limitata alla valutazione dell'output tecnico scientifico. In altri termini non appare corretto chiedere al ministero che interviene su una parte del sistema, in questo caso misurata come un terzo, di rispondere anche per i restati due terzi, su cui non ha possibilità di controllo e che, soprattutto, sono legati alla società ed all'economia nel loro complesso.

Uno dei problemi principali nella valutazione di impatto riguarda la scelta degli indicatori; gli intervistati ne hanno individuati alcuni come rilevanti: le cooperazioni avviate tra laboratori di ricerca, imprese, enti pubblici e privati, le pubblicazioni scientifiche su riviste nazionali e internazionali, la creazione di nuova occupazione. Non risultano particolarmente significativi i dati relativi alle nuove imprese create per sfruttare i risultati della ricerca e le esportazioni. L'ordine di priorità sarebbe verosimilmente differente se gli intervistati fossero altri soggetti quali, ad esempio, responsabili di servizi pubblici, enti di programmazione nazionale e locale, imprese. Resta il fatto che tali risultati forniscono soprattutto delle piste da battere, piuttosto che indicazioni da seguire per la valutazione dei progetti. Permangono rilevanti problemi di

¹² I risultati della presente indagine possono rappresentare un utile punto di partenza per la realizzazione di valutazioni di specifici progetti da parte di esperti incaricati di effettuare analisi ad hoc, e che abbiano la possibilità di raccogliere i dati nell'ambito del proprio lavoro di analisi.

definizione dei concetti, di metodologie statistiche e di raccolta ed omogeneizzazione dei dati che rendono ardua la costruzione di batterie di indicatori da impiegare per l'insieme dei progetti in un quadro di sintesi.

I risultati di questa ricerca non consentono di fornire indicazioni sul grado di successo o insuccesso dei Piani di potenziamento delle reti di ricerca scientifica e tecnologica¹³. Essi tuttavia forniscono utili indicazioni di policy e di metodologia per la valutazione degli interventi per la ricerca.

Nel caso della legge 488/92 l'obiettivo dello sviluppo locale del Mezzogiorno sarebbe stato perseguito in maniera più efficace se fosse stato attribuito un maggiore ruolo ai progetti di trasferimento tecnologico e di potenziamento delle infrastrutture e, corrispondentemente, un minore finanziamento ai progetti di ricerca. Nel quadro della specializzazione dei ruoli delle varie amministrazioni pubbliche è appropriato che il MIUR, data la pervasività dei processi della diffusione delle conoscenze, si concentri su iniziative a valenza nazionale e internazionale, lasciando la gestione dei progetti volti allo sviluppo delle aree meno favorite del paese ad altri enti. Allo stesso tempo, e specularmente, sarebbe da rimettere in discussione la scelta, operata con le modifiche del Titolo V della Costituzione, di attribuire alle Regioni la facoltà di finanziare la R&S - in alcuni casi addirittura della ricerca di base - in presenza di elevati effetti di *spillover*.

L'impatto socio-economico dei progetti di ricerca è profondamente condizionato dal contesto sociale, economico, congiunturale, è mediato dalla presenza attiva di vari attori del sistema innovativo nazionale e locale, per cui obiettivi indicati nei documenti di programmazione¹⁴ quali la creazione di posti di lavoro, di nuove imprese, la messa a punto di nuovi servizi, rappresentano di fatto auspici legittimamente perseguibili dall'operatore pubblico ma non obiettivi da assegnare agli attori del processo di ricerca, gli scienziati, che, in un'ottica schumpeteriana, sono chiamati a mettere a punto invenzioni che, se di valore, andranno messe in atto dagli innovatori.

¹³ Valutazioni della legge 488/93 mediante stime econometriche dell'impatto delle agevolazioni nel Mezzogiorno forniscono risultati positivi: le imprese agevolate sono in media più profittevoli e redditizie di quelle che non lo sono state e gli inventivi non "spiazzano" analoghi investimenti privati (Pellegrini, 2002)

¹⁴ Tra i principali si ricordano quelli relativi alla "Strategia di Lisbona" europea (European Presidency, 2000; 2002)

CAPITOLO 11

GLI INDICATORI DELLA SCIENZA E DELLA TECNOLOGIA¹

di Giorgio Sirilli

1. Sommario

Questo capitolo tratta degli indicatori della ricerca scientifica e dell'innovazione sotto il profilo della teoria della misurazione e delle prassi attualmente in vigore nei paesi più avanzati. Le metodologie statistiche sviluppate in prevalenza dall'OCSE e dall'Unione europea sono ormai diventate lo standard a cui fanno riferimento tutti i paesi, anche quelli che non fanno parte delle due organizzazioni internazionali.

Gli indicatori presi in esame riguardano la ricerca e sviluppo (R&S), le indagini sull'innovazione tecnologica, l'investimento immateriale, i brevetti, la bilancia tecnologica dei pagamenti (BTP), l'analisi delle industrie e dei prodotti ad alta tecnologia, le statistiche sulle risorse umane, il venture capital, la bibliometria.

2. Indicatori e modelli della scienza e della tecnologia

Gli avanzamenti nelle conoscenze scientifiche e tecnologiche degli ultimi decenni hanno trasformato completamente il panorama delle società e delle economie nazionali, come pure le strategie dei governi e delle imprese. Allo stesso tempo i paesi sono sempre più sospinti verso un processo di globalizzazione attraverso il flusso a livello internazionale di persone, di idee, di beni e servizi, di investimenti (Archibugi, Lundvall, 2001).

La capacità di creare, distribuire e sfruttare le conoscenze scientifiche, tecnologiche, organizzative, diventa sempre più importante ed è spesso considerata come il fattore chiave per lo sviluppo dell'economia e per il miglioramento della qualità della vita dei cittadini. La competitività delle imprese dipende in maniera crescente dalla loro capacità di utilizzare il proprio capitale immateriale, che si sostanzia nelle competenze professionali e nella creatività dei propri dipendenti, come pure dalla capacità di acquisire nuove competenze cooperando con altre imprese, istituzioni pubbliche di ricerca ed università.

Ai vari livelli decisionali, di singola impresa, di governo nazionale, di istituzione internazionale, si richiede dunque di elaborare strategie, sviluppare politiche e di valutare gli effetti delle azioni intraprese. Nel campo della scienza, della tecnologia, dell'innovazione e, più in generale, della produzione e l'utilizzo delle conoscenze, tale processo di valutazione strategica si avvale dell'uso di indicatori (Inno-Policy – Trend Chart, 2008).

Il concetto stesso di indicatore va inserito nell'ambito della teoria della misurazione dei fenomeni umani, sociali e fisici (Kula, 1986; van Raan, 1988; Sirilli, 2000; Moed et al., 2004). Alcune grandezze sono facilmente misurabili - per esempio la massa o la velocità degli oggetti;

¹ Il presente capitolo è una riedizione del capitolo "Gli indicatori per l'economia della conoscenza" pubblicato in: Quadrio Curzio A., Fortis M., Galli G., *La competitività dell'Italia. I. Scienza, Ricerca e Innovazione*, Sipe, Il Sole 24 ORE, 2002 (Pubblicato per gentile concessione dell'editore).

per altri fenomeni, al contrario, la misurazione è molto più difficile o, addirittura, impossibile - per esempio la qualità della vita, gli scambi di conoscenze, l'innovazione.

Gli indicatori della scienza e della tecnologia possono essere definiti come statistiche che misurano aspetti quantificabili della creazione, della disseminazione, dell'applicazione e dell'impatto della scienza e della tecnologia. In quanto indicatori, essi consentono di descrivere il sistema scientifico e tecnologico analizzandone la struttura, nonché di valutare l'effetto delle politiche e dei programmi sul sistema scientifico stesso e l'impatto della scienza e della tecnologia sulla società e l'economia. Una delle caratteristiche essenziali degli indicatori è quella di fornire elementi che consentano di anticipare gli esiti futuri delle scelte operate.

I dati statistici rappresentano l'elemento di base (gli atomi) con cui si costruiscono gli indicatori (le molecole); le domande a cui quest'ultimi devono dare una risposta riguardano dunque gli aspetti di problematiche più generali che possono essere trattati impiegando tecniche quantitative (OECD, 1992).

Gli indicatori, per definizione, illustrano un particolare aspetto di una realtà complessa e multiforme, e rappresentano misurazioni spesso soltanto indirette di fenomeni altrimenti non quantificabili. E' quindi necessario disporre di un modello esplicito che descriva sia il sistema scientifico e tecnologico, sia come questo si rapporta al resto della società. Tale modello ideale permetterebbe di stabilire il significato di ciascun indicatore e di correlare fra loro i vari indicatori. In pratica, allo stato attuale non si dispone di modelli espliciti capaci di stabilire relazioni causali tra scienza, tecnologia, economia, società; di norma ci si rifà a schemi concettuali impliciti o parziali come i modelli sul legame tra attività innovative ed economia (Gavigan, 2001; Barré, 2001).

Il fatto che ormai da oltre quaranta anni si proceda a raccogliere informazioni statistiche sui vari aspetti delle attività inventive ed innovative testimonia, da un lato, l'interesse per gli indicatori della comunità scientifica e di coloro che prendono le decisioni, e, dall'altro, l'esistenza di teorie, almeno implicite, che in definitiva orientano l'operatore nella scelta e nell'analisi di alcuni dati, nel rigetto di altri, nell'individuazione dell'esigenza di ulteriori elementi conoscitivi.

I dati statistici, se presi singolarmente, non sono sufficienti a descrivere compiutamente i vari aspetti della scienza e della tecnologia, ma, se analizzati congiuntamente come indicatori multipli di uno stesso fenomeno, permettono di acquisire una più profonda ed articolata conoscenza. Va sottolineato infine che, a livello di politica scientifica e di elaborazione di strategie a livello aziendale, gli indicatori della scienza e della tecnologia devono essere intesi come un utile supporto di conoscenza che non può sostituirsi, ma deve integrarsi, con elementi di valutazione soggettiva e con la capacità di scelta di coloro che prendono le decisioni.

Poiché gli indicatori rappresentano misurazioni incomplete ed imperfette, si fa spesso ricorso ad una analisi della "convergenza parziale" degli indicatori per caratterizzare parti del sistema scientifico e tecnologico. Per esempio, nel comparare istituzioni scientifiche simili, vengono analizzati i finanziamenti, il personale, la produzione scientifica, il giudizio dei pari sulla qualità scientifica, l'analisi bibliometrica, ecc. L'analisi può condurre ad una convergenza dei vari indicatori nell'identificare una situazione di eccellenza o di debolezza dell'istituzione; in tal caso l'uso degli indicatori ha un particolare valore nella formulazione della valutazione. Al contrario, laddove gli andamenti dei singoli indicatori non convergano, per cui le varie entità sotto esame presentano simultaneamente aspetti di forza e di debolezza in maniera non sistematica, l'analisi degli indicatori risulta inconclusiva, per cui l'analisi quantitativa non è in grado di suggerire se sia necessario intraprendere azioni correttive, ed, eventualmente, quali (Earl, Gault, 2006).

Lo sviluppo degli indicatori della scienza e della tecnologia è avvenuto nel corso dei decenni passati prevalentemente per iniziativa dei governi nazionali sotto la spinta della necessità di comparare i propri livelli innovativi e di elaborare strategie di competizione e di coordinamento rispetto agli altri paesi. Le organizzazioni internazionali più attive nel settore sono state l'Organizzazione per lo sviluppo e la cooperazione economica (OCSE) con il Gruppo di esperti nazionali degli indicatori della scienza e della tecnologia (NESTI), l'Ufficio statistico delle Comunità europee (Eurostat), l'UNESCO.

Le pubblicazioni che ormai da molti anni vengono curate da organismi nazionali (CNR, 2007) e internazionali utilizzano indicatori basati su dati provenienti da due tipi di fonti

statistiche: da un lato le indagini condotte ad hoc e, dall'altro, basi di dati costruite per motivi amministrativi, contabili, gestionali, scientifici, commerciali. Lo sforzo metodologico delle organizzazioni internazionali, in particolare dell'OCSE, è stato rivolto alla standardizzazione delle metodologie e della raccolta dei dati, così da garantire la comparabilità internazionale degli indicatori della scienza e della tecnologia. A tal fine sono stati predisposti alcuni manuali in cui vengono descritte le procedure standardizzate per la raccolta dei dati e per l'analisi di basi di dati disponibili (Tabella 1).

Tabella 1 - Manuali per la raccolta e l'utilizzo di dati sulla scienza e la tecnologia

Manuale	Oggetto	Fonte dei dati	Fonte	Anno
Frascati	Ricerca e sviluppo (R&S)	Indagine ad hoc	OCSE	2002
Oslo	Innovazione tecnologica	Indagine ad hoc	OCSE - Eurostat	2005
Canberra	Risorse umane per la SeT	Basi dati esistenti e indagini ad hoc	OCSE	1994
Brevetti	Uso dei brevetti	Basi dati esistenti	OCSE	2009
Bilancia tecnologica dei pagamenti	Bilancia tecnologica dei pagamenti	Basi dati esistenti	OCSE	1990
Regionalizzazione della R&S	Ricerca e sviluppo (R&S) e innovazione tecnologica	Indagini ad hoc	Eurostat	1995
Globalizzazione economica	R&S, brevetti, bilancia tecnologica dei pagamenti, accordi tra imprese, alta tecnologia	Indagine ad hoc e basi dati esistenti	OCSE	2001

Al di là degli indicatori elaborati sulla base delle linee guida contenute nei manuali sopra citati, si dispone di vari altri indicatori per i quali non è stata messa a punto una metodologia condivisa a livello internazionale ma che, tuttavia, sono considerati di qualità adeguata per descrivere i vari aspetti dei fenomeni oggetto di analisi.

Gli indicatori della scienza e della tecnologia vengono classificati in vari modi.

Una prima classificazione è legata ad una logica di input/output e prevede indicatori di risorse utilizzate, di risultati conseguiti, di impatto.

Una seconda classificazione, legata al grado di elaborazione degli indicatori, raggruppa gli indicatori in tre tipologie:

- indicatori semplici, calcolati come combinazioni di serie statistiche come l'intensità di R&S (per esempio la spesa per R&S in percentuale del prodotto interno lordo, il numero di ricercatori rapportato alle forze di lavoro);
- "grappoli" di indicatori, analizzati in maniera congiunta, possibilmente utilizzando qualche sistema di ponderazione ma in assenza di un modello che li colleghi tra loro. Per esempio se un gruppo di indicatori relativi ad un paese mostra un andamento in crescita, si può arguire che le sue prestazioni vadano migliorando. Questo è il concetto di indicatori convergenti/divergenti (Irvine, Martin);
- indicatori complessi, risultanti da analisi basate su un particolare modello del sistema socio-economico. Un esempio è il calcolo della produttività totale dei fattori, che viene effettuato nel quadro di un particolare modello di funzione di produzione e che, tuttavia, è soggetto a notevoli critiche metodologiche (le ipotesi del modello neoclassico di riferimento sono molto lontane da quelle di altri approcci, di tipo più olistico, usati nello studio del legame tra crescita economica e tecnologia).

Nel corso degli anni si è assistito ad un continuo allargarsi della prospettiva di indagine: dall'analisi dei processi di ricerca e sviluppo a livello di impresa e di operatore pubblico, alla necessità di indagare il rapporto sempre più stretto tra scienza, tecnologia, economia, società. Ciò ha condotto ad un aumento esponenziale del numero di indicatori utilizzati che gettano una luce non soltanto su aspetti strettamente scientifici e tecnologici, ma anche su altre dimensioni ad esse legate da un rapporto circolare di causa ed effetto. Fare un inventario degli indicatori attualmente disponibili non è impresa semplice, proprio perché il confine tra scienza, economia e società è labile e l'inclusione di un determinato aspetto dipende dal tipo di analisi da condurre. Tuttavia è possibile individuare quelli che sono di norma utilizzati nelle principali pubblicazioni (National Science Board, 2008; European Commission, 2009; Eurostat, 2008a; Eurostat, 2008b; European Communities, 2003; OECD, 2008); essi sono: R&S, brevetti, bilancia tecnologica dei pagamenti, industrie e prodotti ad alta tecnologia, bibliometria, risorse umane per la SeT, indagini sull'innovazione, investimento immateriale, indicatori sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, venture capital, accordi di collaborazione tra imprese, fusioni e acquisizioni, vari altri indicatori di tipo economico quali investimento estero diretto, produttività dei fattori, esportazioni.

3. I principali indicatori della scienza e della tecnologia

3.1 La ricerca e sviluppo

La ricerca e sviluppo (R&S) è il più antico ed, in qualche caso, il più abusato indicatore nel campo della scienza e della tecnologia. Esso viene comunemente impiegato per dare contezza delle potenzialità dei paesi e delle organizzazioni in termini di capacità di produrre ed utilizzare le conoscenze scientifiche e tecnologiche (Sirilli, 2005). I dati sulla R&S riguardano gli input utilizzati nel processo innovativo ma, ovviamente, non forniscono alcuna informazione circa l'efficienza del processo di produzione delle conoscenze che dipende dall'efficienza dell'intero sistema innovativo (infrastruttura di ricerca, cooperazione tra varie organizzazioni, capacità di assorbire tecnologie provenienti dall'esterno, assetto istituzionale, ecc.).

A fini statistici l'attività di ricerca e sviluppo (R&S) è definita come quel complesso di attività creative intraprese in modo sistematico allo scopo di accrescere l'insieme delle conoscenze, ivi compresa la conoscenza dell'uomo, della cultura e della società, e di utilizzarle per nuove applicazioni.

Le indagini statistiche sulla R&S producono dati sul personale, la spesa ed altri aspetti relativi all'organizzazione ed all'esecuzione della R&S. Le persone impegnate nella ricerca e sviluppo sono classificate per titolo di studio e per tipo occupazione (ricercatori, tecnici, ausiliari) e sono espresse in unità fisiche ed in equivalente tempo pieno. La R&S viene classificata secondo vari criteri: tipo di attività (ricerca di base, applicata, sviluppo sperimentale), settore di esecuzione (imprese, enti pubblici di ricerca, università, istituzioni senza fini di lucro), settore di finanziamento. La spesa per R&S è ripartita per tipo di spesa (personale, spese correnti, spese in conto capitale), per dimensione d'impresa, per settore industriale, per fonte di finanziamento e settore di esecuzione. Le indagini rilevano anche i finanziamenti pubblici per R&S che vengono ripartiti per obiettivo socio-economico secondo la classificazione NABS. L'analisi regionale dei dati sulla ricerca assume un particolare significato nell'ambito delle politiche comunitarie; al fine di disporre di dati confrontabili tra paesi, l'Eurostat ha predisposto un manuale in cui sono fornite metodologie per la raccolta ed il trattamento dei dati sulla R&S e sull'innovazione a livello di regione adottando la classificazione NUTS (Nomenclature of Territorial Units for Statistics) (Eurostat, 1995).

I confronti tra imprese, settori, paesi, vengono di norma effettuati in termini di valori assoluti delle spese e del personale di ricerca. La comparabilità temporale delle serie storiche dei dati finanziari viene assicurata impiegando i deflatori della Contabilità nazionale (PIL, indici della

produzione industriale) mentre per quella spaziale si fa ricorso alla conversione in dollari USA impiegando le Parità di potere d'acquisto (PPP). Vengono inoltre ampiamente usati indicatori di intensità; a livello di paesi si ricorre al rapporto tra R&S e Prodotto interno lordo ed alla quota di addetti alla ricerca rispetto agli addetti totali, mentre nel caso della ricerca industriale vengono calcolati i rapporti tra spesa per R&S e fatturato, valore aggiunto, numero di addetti.

I dati statistici sulla R&S vengono tradizionalmente raccolti dagli uffici statistici dei vari paesi, mentre le organizzazioni internazionali quali l'OCSE, l'Eurostat, l'UNESCO provvedono ad impiegarli ed armonizzarli a livello internazionale. In Italia l'ISTAT raccoglie i dati sulla R&S sin dalla metà degli anni '60 (ISTAT, 2008). La rilevazione, molto approfondita, è stata di recente aggiornata, anche in relazione ai risultati dell'indagine sull'innovazione tecnologica nell'industria italiana. Anche altre organizzazioni, quali la Confindustria, aziende private (Mc Grow Hill), ministeri quali il MURST raccolgono dati su sottoinsiemi del sistema di ricerca nazionale.

Nel corso degli anni il Manuale di Frascati è stato sottoposto a varie revisioni: attualmente è disponibile quella adottata del 2002 (OECD, 2002). A distanza ormai di quasi cinquanta anni dal suo varo, si è potuto verificare che i concetti di base contenuti nel Manuale hanno ancora piena validità. Tuttavia è stato necessario introdurre periodicamente modifiche ed aggiunte nelle metodologie che tengano conto dei mutamenti strutturali intervenuti nel sistema R&S e dell'esperienza acquisita nella misurazione. Di seguito vengono discussi alcuni problemi particolarmente rilevanti che sono stati trattati nell'ultima versione del Manuale di Frascati (Sirilli, 2006).

Le indagini sulla R&S vengono condotte sulle imprese riguardano due grandi aggregati: le imprese manifatturiere e quelle dei servizi destinati alla vendita. Nel recente passato le risorse per R&S erano concentrate nel manifatturiero ma, da alcuni anni una quota rilevante della spesa totale, dell'ordine di un quarto del totale (OECD, 2008a; OECD, 2008b), viene eseguita in imprese del settore dei servizi. Poiché lo stesso concetto di R&S, originariamente sviluppato per le imprese di trasformazione, assume connotazioni specifiche nel settore dei servizi, si è sentita l'esigenza di includere nel Manuale esempi specifici di R&S (in particolare relativi alle banche ed alle società finanziarie ed assicurative) così da consentire un trattamento omogeneo a livello di rilevazione statistica e di raccogliere dati maggiormente omogenei nel settore delle imprese.

In termini di qualità dell'informazione statistica, in tutti i paesi si pone il problema della sottovalutazione della ricerca delle piccole imprese. Mentre le grandi imprese hanno spesso strutture ad hoc destinate alla ricerca e bilanci specifici, le piccole di rado dispongono di laboratori separati dalle altre funzioni tecnico-produttive e, anche quando svolgono attività di ricerca, raramente la separano dalle altre attività e ne riescono a valutare i costi. Verosimilmente la gran parte della R&S delle piccole imprese è ad-hoc e informale, e si può presumere che sia composta in gran parte di sviluppo, piuttosto che di ricerca di base o applicata. Va sottolineato, d'altra parte, che il Manuale di Frascati prevede che, per essere rilevata statisticamente, la R&S deve avere un carattere di continuità e di non occasionalità (l'indagine sull'innovazione mostra come, tra le imprese innovatrici europee sia manifatturiere che dei servizi, circa la metà svolge attività di R&S in maniera permanente, e l'altra metà in modo occasionale, European Communities, 2005).

L'analisi dei dati fa emergere alcune differenze, a volte significative, tra i dati forniti dagli esecutori della R&S e quelli forniti dai finanziatori (va ricordato che la rilevazione sulla R&S misura la Spesa interna lorda per R&S, corrispondente alla somma della spesa sostenuta nel periodo di un anno dalle unità statistiche residenti nel paese). Ciò è dovuto a vari fattori: in molti casi vi sono differenti punti di vista tra il finanziatore e l'esecutore circa le attività da catalogare come R&S; talvolta il finanziamento alle imprese avviene attraverso un intermediario, e ciò rende difficile per l'esecutore della ricerca identificare con precisione la fonte originaria dei finanziamenti; i contratti di ricerca spesso hanno una durata superiore all'anno, per cui vi possono essere discrepanze nell'attribuzione tra finanziatore ed esecutore; in molti casi, in particolare per le imprese multinazionali, è difficile determinare con precisione quanta R&S viene svolta all'estero (Jankowski, 2001). Tali differenze vanno quindi accettate come fisiologiche e non considerate come il risultato di una misurazione inadeguata o inaccurata.

I dati sulla R&S effettuata negli ospedali e le prove cliniche di protocolli e medicinali richiedono ulteriori raffinamenti relativi all'attribuzione delle varie tipologie di costi negli ospedali e nelle cliniche universitarie, alle attività da includere nella R&S e quelle da escludere, al trattamento delle spese generali delle organizzazioni da attribuire alla R&S. L'esperienza di indagini ad hoc sull'argomento consente di fornire nel Manuale indicazioni più specifiche per migliorare la comparabilità dei dati tra paesi (Young, 2001).

Una delle richieste più frequenti da parte degli analisti riguarda il volume di R&S nelle aree scientifiche e tecnologiche di particolare rilevanza strategica quali le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, l'ambiente, la salute, le biotecnologie. Di fatto l'attuale applicazione della metodologia del Manuale di Frascati non è in grado di fornire risposte adeguate a causa di varie difficoltà, sia metodologiche che concettuali. Nel Manuale revisionato si prevede di inserire le definizioni statistiche di biotecnologie (OECD, 2009c) e di tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Nel caso dell'ambiente, viceversa, ancora non si è in grado di risolvere i problemi definitivi, per cui non è facile prevedere se e quando si disporrà di dati sulla R&S nel quadro del Manuale di Frascati in un settore di cruciale importanza come quello ambientale.

Sebbene il Manuale di Frascati venga impiegato per raccogliere i dati sulla R&S da circa quaranta anni, ciascun paese utilizza un proprio questionario, seppur basato sulle definizioni e le procedure armonizzate. L'esperienza di altre rilevazioni, come quella sull'innovazione tecnologica, mostra come anche piccole differenze nella formulazione delle domande, e addirittura di confezione del questionario, possano produrre significative differenze nei risultati dell'indagine statistica.

Un fenomeno relativamente recente è quello della decentralizzazione delle attività di R&S da parte delle imprese multinazionali, e cioè l'istituzione o l'acquisizione di laboratori di ricerca all'estero o l'acquisizione da parte di imprese straniere di laboratori appartenenti ad imprese nazionali. Il Manuale sugli indicatori della globalizzazione economica dell'OCSE (OECD, 2001; OECD, 2008c) fornisce linee guida per raccogliere i dati necessari ed utilizzare indicatori sull'internazionalizzazione della R&S dell'industria.

3.2 Le indagini sull'innovazione tecnologica

All'inizio degli anni 90 l'OCSE ha predisposto una prima versione di manuale per la misura dell'innovazione tecnologica e, successivamente ha pubblicato, insieme all'Eurostat, il Manuale di Oslo (OECD-Eurostat, 2005). Il Manuale si basa sul modello a catena dell'innovazione (Klein, Rosenberg, 1986), e descrive le definizioni e le metodologie per la raccolta dei dati sui seguenti aspetti: profilo dell'impresa e delle sue prestazioni economiche, le attività innovative ed il loro costo, gli output dell'innovazione, le fonti informative per l'innovazione, gli obiettivi dell'innovazione, i fattori che promuovono e quelli che ostacolano l'introduzione dell'innovazione, l'uso di specifiche tecnologie, l'impatto delle politiche pubbliche per l'innovazione (Smith, 1998; Sirilli, 2008).

La metodologia del Manuale è stata adottata dall'Eurostat, e quindi dai paesi Ue, ma anche da molti paesi che non fanno parte dell'Unione europea, nel quadro della Community Innovation Survey (CIS). Il primo progetto CIS, di natura sperimentale, è stato realizzato all'inizio degli anni '90 (con riferimento all'anno 1992) nei dodici paesi Ue, Norvegia e Islanda ed ha riguardato il solo settore manifatturiero. I dati provenienti dai paesi partecipanti non erano pienamente confrontabili (Archibugi et al., 1994) ma nel complesso, anche in presenza di vari problemi qualitativi e metodologici, i risultati del progetto (riguardanti circa 40.000 imprese) si sono rivelati estremamente utili nel fornire una descrizione dei principali fattori che influenzano il comportamento innovativo delle imprese.

Dopo la prima edizione, la CIS ha assunto una cadenza quadriennale e il secondo esercizio CIS è stato realizzato nel 1997-98 (con riferimento all'anno 1996) in tutti i paesi Ue, con l'eccezione di Irlanda e Grecia che hanno svolto la rilevazione nel 1999 (Eurostat, 2001). Di fatto, si è trattato di due rilevazioni – una sul settore manifatturiero e l'altra su quello dei servizi destinati alla vendita – alla luce della decisione di Eurostat di ampliare l'universo oggetto di

osservazione. L'inclusione del settore dei servizi è stata un notevole passo avanti, dato che questi rappresentano oltre due terzi delle economie più sviluppate.

Significativi progressi in termini di armonizzazione del questionario e delle procedure di rilevazione sono stati ottenuti da Eurostat con la terza edizione della CIS svolta nel 2001 (anno di riferimento 2000) in tutti i paesi Ue, eccetto che in Lussemburgo e Grecia dove la rilevazione è partita con un anno di ritardo.

La successiva CIS (riferita al 2004) è stata la prima ad essere svolta in regime di obbligatorietà sull'intero territorio Ue alla luce del Regolamento europeo n.1450 del 2004 che ha anche previsto una, seppur progressiva, biennalizzazione della rilevazione. La prima rilevazione CIS biennale obbligatoria (dopo un'esperienza pilota svolta con riferimento al 2002) è stata, infatti, condotta nel 2007-2008 su dati 2006.

A partire dalla CIS 2008 è stata, infine, adottata la definizione estesa di innovazione del Manuale di Oslo nella sua versione 2005 comprendente anche le innovazioni organizzative e di marketing. La popolazione di riferimento è ancora quella delle imprese con 10 addetti e oltre, sebbene siano previste estensioni della rilevazione anche alle micro-imprese. Anche la copertura settoriale è ormai stabile con riferimento ai settori manifatturieri, estrattivi, delle costruzioni e dei servizi di mercato (OECD, 2006).

Va rilevato che ormai molti paesi non europei, in tutti i continenti, compresi quelli emergenti come la Cina e l'India, usano la metodologia del Manuale di Oslo per rilevare il fenomeno dell'innovazione tecnologica; mancano tuttavia all'appello gli USA che, sebbene abbiano espresso interesse per questo tipo di dati, non svolgono tale rilevazione, rendendo impossibile effettuare comparazioni tra la gran parte dei paesi del mondo e l'economia più importante del pianeta. Ciò rappresenta un'anomalia non facilmente spiegabile, visto che gli USA sono stati nel corso degli anni sistematicamente all'avanguardia nello sviluppo degli indicatori della scienza e della tecnologia (National Science Board, 2008) e, nello specifico dell'innovazione, hanno condotto rilevazioni sperimentali ampiamente utilizzate nell'elaborazione del Manuale di Oslo (Hansen, 1992).

Secondo le indicazioni del Manuale di Oslo, vengono considerate innovatrici quelle imprese che hanno introdotto prodotti e processi nuovi per l'azienda, non necessariamente per il mercato in cui opera. Tale valutazione è affidata alle imprese stesse, a cui vengono fornite le definizioni di innovazione, di prodotto e di processo, nonché esempi illustrativi di innovazioni in vari settori industriali. Il fatto che la decisione circa l'identificazione dell'innovazione venga lasciata alla singola azienda in base a valutazioni effettuate caso per caso, e senza la possibilità di un riscontro da parte dell'operatore statistico, rende i dati delle indagini sull'innovazione intrinsecamente soggettivi. I risultati ottenuti mostrano tuttavia che, nel complesso, le aziende hanno una notevole capacità di individuare e classificare le proprie innovazioni.

Sebbene le indagini sull'innovazione permettano di costruire una quantità estremamente elevata di indicatori, quelli più correntemente usati sono:

- la quota di imprese innovatrici sul totale delle imprese del settore e della classe dimensionale;
- la spesa innovativa, ripartita tra R&S, investimento in impianti e macchinari, progettazione, acquisizione di know-how, software, formazione del personale, marketing;
- la quota di fatturato generato dai prodotti innovati e la quota di esportazioni di prodotti innovati.

Nello sviluppo delle indagini sull'innovazione l'Italia ha svolto un ruolo di primo piano sia nella raccolta (ISTAT, 2008a; ISTAT, 2008b) che nell'analisi dei dati (Sirilli, Evangelista, 1998).

Attualmente sono disponibili due fonti statistiche sulla ricerca e sviluppo: l'indagine sulla R&S condotta annualmente o biennialmente dagli istituti statistici nazionali sulla base del Manuale di Frascati, che copre tutte le organizzazioni che svolgono tale attività (imprese, università, enti pubblici governativi, organizzazioni senza fini di lucro), e l'indagine sull'innovazione effettuata con la metodologia del Manuale di Oslo.

Le due fonti forniscono risultati diversi sull'esecuzione della ricerca. I dati provenienti dalle indagini sull'innovazione di vari paesi, sia europei che non europei, mostrano che il numero di imprese manifatturiere che svolgono R&S è diverso da quello che risulta dalle rilevazioni ad hoc sulla R&S, in alcuni casi superiore, mentre in altri inferiore.

Tale differenza è riconducibile a motivazioni di ordine metodologico: le due indagini vengono condotte su universi statistici non uguali; la definizione di R&S è dettagliata ed accompagnata da esempi chiarificatori nel caso dell'indagine sulla R&S, mentre nel questionario sull'innovazione tecnologica è più concisa e consente di includere anche la R&S svolta in maniera occasionale e non sistematica; vengono usate diverse modalità di classificazione delle imprese nel settore dei servizi, che spesso nel passato erano parte integrante di imprese manifatturiere; i campioni non sono costruiti con gli stessi criteri di stratificazione: ciò è particolarmente rilevante laddove vi sia un basso tasso di risposta all'indagine; nelle due indagini il rispondente, e cioè la funzione e la persona che all'interno dell'azienda fornisce i dati, non necessariamente coincidono, specialmente in quei paesi in cui le due indagini sono svolte da due organizzazioni statistiche diverse. (Francoz, 2000; Sirilli, 1998).

Una delle potenzialità delle indagini sull'innovazione è costituita dalla possibilità di analizzare i micro-dati provenienti dalle indagini sull'innovazione per analizzare le prestazioni delle imprese. I temi su cui i ricercatori stanno lavorando sono il legame tra innovazione e produttività, il trasferimento internazionale di tecnologia, l'innovazione non tecnologica (organizzativa e di marketing) (MEADOW Project, 2009), il legame tra innovazione e diritti di proprietà intellettuale (OECD, 2008d).

3.3 L'investimento immateriale

L'investimento assume varie forme, tutte importanti per lo sviluppo economico. L'investimento fisico riguarda prevalentemente le spese per impianti e macchinari i quali consentono la diffusione delle nuove tecnologie; nei paesi OCSE tale investimento rappresenta circa il 20% del prodotto interno lordo (OECD, 2008a).

L'investimento immateriale può essere definito come l'acquisto di beni intangibili disponibili nel periodo di riferimento dell'analisi e che rimangono in uso per più di un anno (Vosselman, 1992). In linea di principio esso comprende una serie di elementi: la R&S, la formazione, il software, il marketing, come pure l'avviamento aziendale, i diritti di esplorazione mineraria, lo sviluppo dell'organizzazione dell'azienda, i diritti di proprietà intellettuale e le concessioni, ecc.

Le rilevazioni sull'innovazione effettuate sulla base della metodologia del Manuale di Oslo forniscono alcuni dati su varie componenti dell'investimento immateriale, anche se ciascuna di esse non necessariamente copre l'intero spettro delle attività; per esempio la definizione di marketing del Manuale di Oslo si riferisce soltanto all'esplorazione del mercato, mentre quella usata per definire l'investimento immateriale copre tutte le spese di marketing, inclusa la realizzazione delle reti di vendita.

L'OCSE ha dato vita ad un progetto volto all'armonizzazione delle procedure e delle definizioni in vista della predisposizione di un manuale sull'investimento immateriale da inserire nella famiglia dei Manuali sulla scienza e la tecnologia. Gli elementi centrali dell'investimento immateriale sono considerati: la ricerca e lo sviluppo, la spesa pubblica per educazione e formazione, il software (OECD, 2008a) che, nel complesso dei paesi più avanzati, rappresenta circa l'8% del prodotto interno lordo.

La misurazione dell'investimento immateriale si trova ancora in uno stadio di sperimentazione, e i dati disponibili in alcuni paesi non sono comparabili a causa dell'eterogeneità nelle definizioni, del tasso di copertura dell'universo di riferimento, delle procedure per la raccolta dei dati.

In prospettiva, quando i dati saranno raccolti impiegando una metodologia standardizzata a livello internazionale, si porrà il problema che si incontra con altre statistiche industriali: la valutazione degli stock di investimento immateriale sulla base di assunzioni sul deprezzamento e sulla conversione dei dati per le comparazioni internazionali e intertemporali, il ruolo del software, gli intangibili nel settore finanziario. Questi ed altri problemi dovranno trovare una

soluzione nel Sistema dei Conti Nazionali che rappresenta il contesto in cui l'investimento immateriale va analizzato.

3.4 Le statistiche sui brevetti

Il brevetto è un diritto riconosciuto dallo stato ad un inventore in cambio della pubblicazione della sua invenzione; esso conferisce all'inventore, per un periodo definito e sotto particolari condizioni, il monopolio sull'utilizzazione commerciale del ritrovato tecnico. Le disposizioni giuridiche e legali relative al deposito della domanda, all'ottenimento ed alla protezione del brevetto variano considerevolmente da paese a paese, anche se negli ultimi anni le differenze si sono andate riducendo.

Le statistiche sui brevetti vengono raccolte per ragioni amministrative, non certo per contribuire all'analisi del processo inventivo e dell'innovazione tecnologica. Cionondimeno, i brevetti rappresentano una preziosa fonte di informazioni, unica nel suo genere, sugli sviluppi del progresso tecnico in una dimensione spaziale e temporale. Alcuni esperti ritengono inoltre che circa l'80% delle informazioni tecnologiche contenute nei brevetti non sia reperibile altrove.

Nel corso degli anni più recenti si è andato ampliando ed approfondendo il dibattito sull'uso delle statistiche sui brevetti come misura dell'attività inventiva e innovativa, e, più in generale, del progresso tecnico, in alternativa o in aggiunta agli altri indicatori (Earl, Gault, 2006). A tale proposito va osservato che dati sui brevetti disponibili con un dettaglio per classi tecnologiche molto maggiore di quello dei dati sulla R&S e per un periodo molto più lungo: le serie storiche dei brevetti risalgono per alcuni paesi alla seconda metà dell'Ottocento, mentre quelle sulla R&S coprono soltanto gli ultimi 45 anni. Va aggiunto che il brevetto riflette anche attività inventive svolte al di fuori dei laboratori di ricerca quali la progettazione, il controllo di qualità, i servizi tecnici, la produzione, le attività inventive non strutturate.

Una tra le più interessanti possibilità di utilizzazione dei brevetti è nel campo della previsione tecnologica: attraverso l'analisi delle co-citazioni, è possibile individuare gruppi di brevetti che possono indicare aree di intenso sviluppo tecnologico.

L'impiego dei dati sui brevetti come misura dell'output delle attività tecnico-scientifiche pone tuttavia alcuni problemi:

- il valore dei brevetti varia da caso a caso. Molti brevetti non hanno alcuna applicazione industriale, e quindi nessun valore sociale, mentre un ristretto numero di brevetti ha un valore elevatissimo: data questa eterogeneità il conteggio del numero di brevetti ha un significato limitato. Vi sono esempi di brevetti ottenuti dall'impresa per nascondere la propria strategia tecnologica: questi "brevetti strategici" hanno un valore positivo privato, ma nessun valore sociale;
- molte invenzioni non vengono brevettate, e vi è una propensione alla brevettazione variabile tra settori industriali e tra paesi (l'esperienza mostra che a partire dai primi anni '80 si è assistito ad un aumento della propensione a brevettare). Le invenzioni non brevettate sono o di poco valore o invenzioni che vengono protette mediante altri mezzi (segreto industriale, velocità nell'introduzione dei prodotti sul mercato, reputazione dell'azienda);
- le differenze nelle procedure adottate nei vari paesi rende problematica la comparazione spaziale dei dati sulle domande di brevetto e sui brevetti rilasciati. Vari fattori, quali il vantaggio del paese ospitante o i flussi di commercio internazionale, tendono a fornire un'immagine distorta dei dati relativi agli inventori stranieri in quanto la loro propensione a brevettare all'estero è inferiore a quella degli inventori locali;
- i cambiamenti nella legislazione sui brevetti, che sono andati nella direzione di un rafforzamento della posizione dei titolari dei brevetti in tutti i paesi a partire dall'inizio degli anni 80, hanno ripercussioni sul significato delle serie storiche dei dati sui brevetti. Le classi tecnologiche cambiano nel corso degli anni,

rendendo talvolta non significative le comparazioni temporali. Il software e le sequenze genetiche sono diventate brevettabili soltanto negli USA soltanto a partire dagli anni 90.

Per quanto riguarda le fonti di dati sui brevetti, si possono individuare tre tipi di organizzazioni: i singoli uffici brevetti nei vari paesi, alcune organizzazioni internazionali, imprese commerciali che offrono servizi di elaborazione dell'informazione.

Molti paesi dell'OCSE dispongono di basi di dati computerizzate che possono essere impiegate per analisi a livello nazionale ed internazionale.

A livello di agenzie internazionali va menzionata l'Organizzazione mondiale della proprietà intellettuale (WIPO) che dal 1979 pubblica statistiche sulle domande e sul rilascio di brevetti per un gran numero di paesi.

L'Inpadoc (International Patent Documentation Centre) ha sviluppato una base di dati con circa 10 milioni di brevetti rilasciati da 51 paesi che permette la creazione di famiglie di brevetti, cioè l'identificazione dei brevetti che nei vari paesi coprono la stessa invenzione. La Derwent Publications Ltd., una società privata la cui principale attività consiste nella pubblicazione dei sommari (abstract) dei brevetti, ha sviluppato un sistema elettronico che permette di elaborare statistiche su una serie di dati, anche qualitativi, contenuti nei documenti relativi al brevetto. La CHI Research Inc. ha sviluppato una base dati sui brevetti a livello di paesi e di singole imprese, strutturata in maniera analoga a quella relativa alle pubblicazioni scientifiche. L'Ufficio Europeo dei Brevetti, che si prevede avrà un crescente ruolo nella diffusione del brevetto non soltanto su scala europea, ma anche a livello mondiale, mantiene una base dati sui brevetti depositati e rilasciati a partire dal 1978.

Gli indicatori comunemente impiegati nell'analisi dei brevetti sono costruiti sulle domande di brevetto presentate e sui brevetti rilasciati, ripartiti per tipo di inventore, per paese di residenza dell'inventore, per tipo di tecnologia.

Analisi più specifiche permettono di analizzare le citazioni della letteratura scientifica contenute nella documentazione brevettuale, consentendo di misurare il legame tra lo sviluppo scientifico del mondo della ricerca pubblico e l'applicazione pratica del mondo industriale (nel campo delle biotecnologie tali dati hanno permesso di verificare un legame molto stretto tra i due settori).

Nelle comparazioni a livello internazionale vengono ormai correntemente utilizzati i dati provenienti dall'Ufficio europeo dei brevetti (EPO) e quelli dall'Ufficio brevetti degli USA (USPTO). Ciascuna delle fonti risente dell'"effetto paese" e quindi l'immagine che si ottiene è diversa a seconda della fonte dei dati. Un tentativo di superare, almeno parzialmente, questo problema consiste nell'identificare le "famiglie di brevetti" depositati negli uffici brevetti dei paesi della Triade (EPO, USPTO e l'Ufficio brevetti giapponese) (Dernis, 2001).

3.5 La bilancia tecnologica dei pagamenti

La bilancia tecnologica dei pagamenti (BTP) registra i flussi finanziari per transazioni relative a diritti di proprietà industriale ed ai servizi di natura tecnica. Essa comprende quelle transazioni invisibili nella bilancia dei pagamenti di un paese che riguardano l'acquisto e la vendita di tecnologia "scorporata" sotto forma di diritti di proprietà intellettuale e industriale come brevetti, licenze, know-how, assistenza tecnica (Madeuf, 1984).

Mentre gli introiti costituiscono una misura della capacità di un paese di vendere le sue conoscenze, la tecnologia importata può avere un positivo effetto sulla competitività attraverso un innalzamento del livello tecnologico e dell'innovatività del paese acquirente - specialmente se la tecnologia acquistata è complementare a quella disponibile.

Di seguito vengono esaminate le principali caratteristiche dell'indicatore:

- la BTP fornisce una visione parziale del più ampio fenomeno del trasferimento internazionale della tecnologia e, di conseguenza, può essere impiegata come indicatore di diffusione tecnologica o di competitività, possibilmente insieme ad altri indicatori quali, ad esempio, i dati sul commercio estero e sull'investimento diretto;
- attualmente le bilance tecnologiche dei vari paesi coprono uno spettro di transazioni non uniforme;
- la comparabilità internazionale dell'indicatore BTP è limitata anche dalla diversità nelle procedure di rilevazione (rilevazione diretta tramite banche agenti o indiretta per mezzo di rilevazioni ad hoc; rilevazione totalitaria o campionaria);
- problemi di interpretazione nascono dalla natura stessa della tecnologia "scorporata", che può essere scambiata senza dar luogo a transazioni finanziarie; ciò può avvenire nel quadro di un accordo di licenze incrociate, con il trasferimento di conoscenze ad una filiale, o nell'ambito di una cooperazione internazionale di tipo non commerciale;
- l'andamento delle transazioni incluse nella BTP è condizionato in maniera rilevante dalle imprese multinazionali che, secondo i dati disponibili, sono responsabili per circa due terzi del totale del valore delle transazioni rilevate dalla bilancia tecnologia dei pagamenti (nel caso degli Stati Uniti tali transazioni intra-azienda rappresentano l'80% degli introiti della BTP).

L'Ufficio Italiano Cambi ha iniziato la raccolta dei dati sulla BTP italiana nel 1956, ma è soltanto dal 1972 che le statistiche assumono una forma dettagliata, tale da offrire un quadro articolato del fenomeno osservato. Ulteriori affinamenti ed aggiornamenti sono stati introdotti nel 1979.

Le voci previste dalla nuova rilevazione prevedono le seguenti operazioni: brevetti, licenze su brevetti, invenzioni, know-how, licenze su know-how, marchi di fabbrica, disegni, assistenza tecnica connessa, invio di tecnici ed esperti, formazione del personale, studi tecnici ed engineering, servizi di ricerca e sviluppo (Ufficio Italiano Cambi, 2007).

L'OCSE ha iniziato nel 1982 a raccogliere e pubblicare in maniera sistematica i dati delle BTP dei paesi membri (OECD, 2008b). Tale iniziativa faceva seguito ad una serie di seminari e conferenze sull'argomento che hanno condotto alla predisposizione di un Manuale per la raccolta e l'interpretazione dei dati sulla BTP (OECD, 2009a).

Gli esperti OCSE hanno suggerito di includere nella BTP: brevetti (acquisti, vendita, licenze), know-how (non brevettato), marchi di fabbrica (incluso il franchising), assistenza tecnica, R&S finanziata all'estero.

Nel Manuale si raccomanda di escludere le seguenti operazioni: assistenza commerciale, finanziaria, gestionale e legale; pubblicità, assicurazioni, trasporti; film, registrazioni, materiali coperti da diritto d'autore; disegni; software.

Nel nuovo assetto valutario in vigore dal giugno 1990, le imprese europee possono effettuare pagamenti in valuta straniera (ad esempio per royalties) usando fondi depositati in conti di residenti e non residenti, senza dover passare attraverso un intermediario autorizzato. Allo stesso modo, i ricavi in valuta possono essere tenuti in conti all'estero per essere utilizzati per investimenti o spese future. Per tale motivo, è stata messa a punto una nuova metodologia basata su questionari sottoposti alle imprese che hanno rapporti commerciali con l'estero.

3.6 L'analisi delle industrie e dei prodotti ad alta tecnologia

Il commercio internazionale di prodotti ad alta tecnologia rappresenta il più diffuso canale di diffusione di tecnologia incorporata in prodotti e servizi. Esso rappresenta una quota di circa il 20% delle esportazioni di prodotti manifatturieri nell'area OCSE, ed è in costante crescita.

L'analisi statistica del fenomeno viene attualmente condotta a due livelli: di settore industriale, e di prodotti e servizi. Sebbene si voglia comprendere lo stesso fenomeno, da un lato vengono utilizzati i dati sulle attività delle industrie ad alta, medio-alta, medio-bassa, bassa tecnologia, mentre dall'altro vengono analizzati i dati di commercio estero relativi allo scambio di beni e di servizi ad alta tecnologia.

L'analisi dei settori e dei prodotti raggruppati a seconda del contenuto tecnologico presenta una serie di difficoltà metodologiche (Hatzichronoglou, 1996). Si tratta infatti di stabilire i livelli di intensità e le soglie tra le varie categorie. La gran parte degli studi condotti finora si basa su calcoli di intensità tecnologica effettuati rapportando una variabile di innovatività ad una di attività economica. In particolare i rapporti vengono effettuati, per i vari gruppi di prodotti, tra le spese per ricerca e sviluppo ed il fatturato od il valore aggiunto.

Tale tipo di approccio presenta una serie di limiti:

- l'intensità di ricerca e l'intensità tecnologica non sono necessariamente concetti equivalenti;
- i rapporti di intensità sono derivati da serie statistiche non uniformi;
- la scelta dei valori di soglia tra alta, media e bassa tecnologia è arbitraria;
- all'interno di uno stesso gruppo di prodotti l'intensità tecnologica può variare notevolmente;
- i rapporti di intensità non tengono conto della tecnologia acquisita indirettamente attraverso il macchinario ed i materiali. Essi inoltre sono per loro natura statici (non tengono conto dell'accumulazione di competenze scientifiche e tecnologiche nel corso del tempo) e variano da impresa a impresa e da paese a paese.

Da vari anni ormai le analisi condotte a livello internazionale distinguono i settori industriali ed i prodotti a seconda dell'intensità tecnologica.

In particolare gli studi dell'OCSE utilizzano quattro gruppi di *industrie manifatturiere*, identificate tenendo conto non soltanto dell'intensità di R&S diretta, ma anche di quella indiretta calcolata mediante il calcolo della R&S incorporata nei beni intermedi ed in beni capitali acquistati nel mercato nazionale o importati (OECD, 2008b):

- *alta tecnologia* (aerospazio; calcolatori, macchine per ufficio; elettronica, comunicazioni; farmaceutici);
- *tecnologia medio-alta* (strumentazione scientifica; veicoli a motore; macchinario elettrico; prodotti chimici; altri mezzi di trasporto; macchinario non elettrico);
- *tecnologia medio-bassa* (gomma e prodotti in plastica; cantieri navali; altre attività manifatturiere; metalli non ferrosi; prodotti minerali non metallici; prodotti manufatti in metallo; raffinazione del petrolio; metalli ferrosi);
- *bassa tecnologia* (carta e stampa; tessili a abbigliamento; alimentari, bevande e tabacco; legno e mobili).

I *prodotti* considerati dall'OCSE ad alta tecnologia sono i seguenti (SITC rev. 3): aerospazio; calcolatori e macchine per ufficio; elettronica e telecomunicazioni; farmaceutici; strumentazione scientifica; macchinario elettrico; chimica; macchinario non elettrico; armamento.

La lista dei *servizi* ad alta intensità di conoscenze usata nelle pubblicazioni europee è la seguente: poste e telecomunicazioni, computer ed attività relative, ricerca e sviluppo, distribuzione dell'acqua, trasporto aereo e spaziale, intermediazione finanziaria, agenzie immobiliari, servizi alle imprese, educazione, salute e attività sociali, attività ricreative, culturali e sportive (European Commission, 2001).

3.7 Le statistiche sulle risorse umane

Nella società della conoscenza la qualità delle risorse umane rappresenta uno degli elementi decisivi della base competitiva dell'economia nazionale. Non a caso le pubblicazioni sugli indicatori della scienza e della tecnologia di vari paesi e di organizzazioni internazionali includono analisi sempre più approfondite dei dati sugli studenti, i diplomati, i laureati, i docenti, i ricercatori, i tecnici nel quadro di analisi della domanda e dell'offerta di lavoratori qualificati per un sistema produttivo basato sulla conoscenza.

L'OCSE, insieme all'Eurostat, ha adottato il Manuale sulla misurazione delle risorse umane per la scienza e la tecnologia "Manuale di Canberra" (OECD, Eurostat, 1994) con lo scopo di fornire un quadro di riferimento per la compilazione dei dati sugli stock e sui flussi di risorse umane per la scienza e la tecnologia, di analizzare i profili professionali ed il loro andamento nel tempo e nello spazio, di predisporre serie statistiche aggiornate da utilizzare per studi ed analisi. Il Manuale fornisce linee-guida per l'elaborazione dei dati provenienti da serie statistiche già disponibili e da rilevazioni ad hoc, e per facilitare lo scambio e l'uso di statistiche comparabili a livello internazionale da parte dell'OCSE, della Commissione Europea (Eurostat) e di altre organizzazioni internazionali, in particolare l'UNESCO. La dizione "risorse umane per la scienza e la tecnologia" si riferisce alle risorse umane effettivamente o potenzialmente coinvolte nella generazione sistematica, nell'avanzamento, nella diffusione e nell'applicazione delle conoscenze scientifiche e tecnologiche. L'universo di riferimento del Manuale è costituito dalle persone con elevate competenze professionali, in particolare quelle che hanno ricevuto un'educazione di terzo livello o che sono impiegate in lavori che richiedono tale formazione, per le quali vengono misurati gli stock ed i flussi.

Il Manuale rappresenta un importante passo avanti nell'armonizzazione a livello internazionale dei dati provenienti da varie fonti; queste, tuttavia, scontano il fatto che le caratteristiche nazionali dei sistemi educativi e le conseguenti metodologie di produzione dei dati statistici non sono completamente comparabili (Eurostat, 1995).

Gli archivi della previdenza sociale rappresentano un'interessante fonte di informazioni sull'impiego di scienziati e tecnici. In alcuni paesi questa fonte di dati viene usata per analizzare la mobilità dei ricercatori e dei tecnici tra i vari settori (manifatturiero e servizi, settore pubblico) e tra imprese nel corso del tempo (Stenberg et al. 1996).

Va rilevato che, al di là dei tradizionali indicatori quali il numero di ricercatori in percentuale della popolazione attiva ed il numero di diplomati e laureati che entrano nel mercato del lavoro, l'attenzione è attualmente rivolta ai dati sui dottori di ricerca (OECD, 2009b; European Communities, 2005).

3.8 Il venture capital

Il *venture capital* consiste nell'investimento nelle azioni di nuove imprese private non quotate in borsa. Esso rappresenta la principale forma di finanziamento di nuove imprese basate su nuove tecnologie, e costituisce un elemento chiave nella promozione di innovazioni radicali introdotte da nuove imprese. Il capitale viene fornito da intermediari finanziari specializzati (fondi pensione o banche), da imprese (*venture capital* formale) e dai così detti "business angels", e cioè individui che dispongono di capitali e che hanno esperienza sia di conduzione di aziende che di finanza, che investono direttamente nelle aziende). L'investitore tipicamente non si limita a fornire capitali, ma assume il ruolo di manager, consulente e addirittura di gestore dell'azienda, consentendo così di aumentarne le possibilità di successo.

Nello sviluppo del finanziamento di un'impresa finanziata con il *venture capital* si possono identificare vari stadi:

- esplorazione (seed capital): il capitale è utilizzato per la R&S e per valutare e sviluppare il concetto iniziale;

- inizio (start-up): il capitale è utilizzato per lo sviluppo del prodotto e per il marketing iniziale. L'impresa può essere nella fase di costituzione o in attività da breve tempo, ma non aver ancora venduto commercialmente il prodotto;
- espansione: il finanziamento viene utilizzato per lo sviluppo e l'espansione dell'impresa che ha raggiunto il punto di equilibrio o che è addirittura profittevole. Il capitale può essere impiegato per finanziare l'aumentata capacità produttiva, lo sviluppo del mercato e dei prodotti o per fornire ulteriore capitale operativo.

I dati sul *venture capital* sono forniti dalle associazioni delle società del settore, per esempio la European Venture Capital Association (European Venture Capital Association, 2009), e da altri organismi pubblici. Le statistiche coprono soltanto le transazioni formali comunicate dagli intermediari specializzati. Secondo alcune stime, negli Stati Uniti i business angels investono in nuove imprese annualmente più del doppio dei fondi di *venture capital*; tale dato è probabilmente molto più basso nella gran parte degli altri paesi OCSE (OECD, 1999).

3.9 La bibliometria

Gli indicatori bibliometrici (basati sul numero di pubblicazioni, di citazioni e di co-citazioni) riguardano principalmente l'output della ricerca di base, in larga parte svolta nell'ambiente accademico (Van Raan, 1988).

Mentre alcuni problemi tecnici relativi alle pubblicazioni - quali il riferimento al primo nome quando le pubblicazioni scientifiche e tecniche che appaiono nello Science Citation Index hanno più autori, e l'incidenza dell'autocitazione - sono avviati a soluzione, altri permangono (Okubo, 1995). C'è da osservare infatti che:

- la propensione a pubblicare varia tra paesi e campi scientifici, che hanno dimensioni molto variabili;
- la maggior parte delle riviste scientifiche è in lingua inglese. Ciò rende le basi di dati squilibrate, anche se la lingua inglese è sempre più frequentemente usata per la comunicazione tra gli scienziati;
- poiché le pubblicazioni vengono sempre più frequentemente usate per valutare i ricercatori delle università e degli enti pubblici di ricerca, la quantità tende a far premio sulla qualità;
- le citazioni, che consentono di introdurre un fattore di qualità della pubblicazione, possono essere di natura critica invece che positive, e seguono nel tempo un andamento non lineare.

Altri problemi sono legati alle aspettative dei potenziali utilizzatori. Per esempio gli operatori della politica scientifica necessitano di informazioni su dove il lavoro scientifico a cui si riferisce la pubblicazione è stato svolto, sulle fonti di finanziamento, sul costo, ecc. Alcune di queste informazioni che non possono essere ricavate dalle basi di dati esistenti dovrebbero essere acquisite mediante la lettura del testo o mediante il contatto diretto con gli autori.

A livello di problemi concettuali ancora è aperta la questione su cosa in effetti gli indicatori citati misurino. Gli indicatori bibliometrici riflettono un aspetto della struttura sociale della scienza, la comunicazione, che avviene attraverso vari canali diretti e indiretti tra ricercatori - con l'avvento di Internet lo scambio di informazioni e di risultati della ricerca avviene sempre più frequentemente mediante la rete con quella che viene chiamata P2P (peer-to-peer) communication.

Gli indicatori bibliometrici più frequentemente usati sono i seguenti:

- numero totale di pubblicazioni;
- numero di pubblicazioni realizzate in collaborazione con coautore di altra istituzione o di altro paese;
- numero di citazioni;

- fattore d'impatto (impact factor), che misura la frequenza con cui un "articolo medio" in una rivista è stato citato in un particolare periodo. Il fattore d'impatto è calcolato dividendo il numero di citazioni della rivista in un anno per il numero di articoli pubblicati nei precedenti due anni.

Attualmente le fonti primarie dei dati sulle pubblicazioni scientifiche sono due: lo Science Citation Index (SCI) della Thomson Reuters (Thomson Reuters, 2009) negli Stati Uniti e la base dati Pascal del CDST del CNRS in Francia (INIST, 2009).

Sulla base dei dati dello Sci sono state costruite diverse basi dati e modelli: la Thomson Reuters produce una banca dati sulla letteratura scientifica con informazioni su pubblicazioni e citazioni apparse in un insieme selezionato di 3.700 riviste scientifiche in 100 aree disciplinari; l'ISI e il Center for Research Planning hanno sviluppato modelli di co-citazione per descrivere la struttura e la dinamica della letteratura scientifica, con la costruzione di banche dati, limitate ad alcuni anni, individuando diverse migliaia di aree di ricerca attraverso l'analisi delle co-citazioni tra articoli.

Sulla base dati Pascal sono state sviluppate analisi della co-presenza di parole chiave (co-word analysis), che permettono di individuare l'evoluzione dei temi della letteratura scientifica e di conseguenza lo sviluppo delle aree di ricerca.

4. Le prospettive

L'analisi dei principali indicatori della scienza e della tecnologia e del quadro teorico in cui sono inseriti consente di individuare alcune ipotesi di tendenza e possibili sviluppi negli anni futuri.

La scienza e la tecnologia vengono ormai analizzate in un contesto decisamente più ampio che nel passato (OECD, 2009d). Gli operatori e gli analisti sono interessati a comprendere il rapporto che intercorre tra scienza e tecnologia da un lato, e sviluppo economico, risorse umane, ambiente, energia, organizzazione produttiva e sociale, educazione, assetti istituzionali del sistema, dall'altro (OECD, 1996). E' necessario dunque sviluppare teorie capaci non solo di spiegare il funzionamento di sistemi sempre più complessi, ma che siano verificabili attraverso una misurazione statistica (Pietronero, 2006).

Circa le fonti dei dati utilizzate per costruire gli indicatori della scienza e della tecnologia, si può prevedere che nel futuro la quota di basi dati elaborate sulla base di informazioni raccolte per fini amministrativi (brevetti, pubblicazioni scientifiche, commercio estero, bilancia tecnologica dei pagamenti, uso dei servizi di reti telematiche, ecc.) tenderà ad aumentare rispetto a quella relativa alle indagini ad hoc (R&S, innovazione). Allo stesso tempo il ruolo dei produttori commerciali di dati sulla scienza e la tecnologia tenderà decisamente ad aumentare.

Le aziende sono sottoposte ad una crescente richiesta di dati statistici a cui rispondono con una certa riluttanza; di fronte a tale problema le agenzie statistiche sono impegnate a ridurre la "molestia statistica" riducendo al massimo l'onere per i rispondenti e a restituire ai fornitori dei dati statistici in forma aggregata. Allo stesso tempo nel nostro paese l'Istat ha dato avvio alla procedura per comminare le sanzioni previste dalla legge ai rispondenti che non forniscono nei tempi previsti le informazioni richieste mediante i questionari. Ciò dovrebbe condurre ad un più elevato tasso di risposta delle rilevazioni statistiche.

Già da alcuni anni la capacità di gestire in forma elettronica e telematica i dati statistici permette di collegare basi dati provenienti da fonti diverse ma riferentisi alla stessa organizzazione, consentendo di svolgere analisi in cui vengono messi in correlazione fattori economici, tecnologici, territoriali, strutturali. Ciò da un lato consente

analisi estremamente più ricche che nel passato ma, dall'altro, può andare incontro a limitazioni legate alla tutela della privacy.

Rimangono aperti vari fronti su cui estendere la copertura statistica: l'innovazione organizzativa, le varie dimensioni delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nel quadro dell'economia della conoscenza, le tecnologie "emergenti" (biotecnologie, nanotecnologie) (OECD, 2009c), l'innovazione nel campo ambientale ed in altre aree socialmente rilevanti, le caratteristiche ed il funzionamento dei sistemi nazionali e locali di innovazione, l'utilizzo dei micro-dati incrociando i dati provenienti dalle indagini sull'innovazione con quelle strutturali sulle imprese. Al contempo sono all'ordine del giorno i temi dell'approfondimento dell'analisi statistica della R&S (incentivi fiscali, finanziamento pubblico, ecc.) (OECD, 2009e).

La dimensione tempo è rilevante anche nel campo degli indicatori della scienza e della tecnologia. Di norma passano vari anni tra l'identificazione della necessità di un nuovo indicatore e la disponibilità dei dati comparabili a livello internazionale: nel caso di una nuova rilevazione il lasso di tempo è dell'ordine dei dieci anni. Ciò rende ancor più cruciale l'abilità di identificare con congruo anticipo le necessità degli utenti e di costruire un modello "robusto" di misurazione capace di ricomprendere in maniera coerente un insieme dinamico di obiettivi. All'opposto, talvolta si fa ricorso a dati facilmente disponibili per dare risposte a problemi urgenti, senza che tali dati abbiano le caratteristiche di indicatori dei fenomeni che si cerca di comprendere e gestire. In tal caso l'insufficiente base teorica può condurre ad interpretazioni del dato del tutto arbitrarie. D'altra parte fenomeni quali quelli legati alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione evolvono con una velocità talmente elevata da richiedere la ricerca di un difficile punto di equilibrio tra la tempestività e la qualità dei dati.

Nel complesso si può affermare che lo sviluppo degli indicatori della scienza e della tecnologia è proceduto negli ultimi decenni con notevole celerità e che si ravvedono notevoli segnali potenzialità di ampliamento e di approfondimento del campo di analisi. Se dunque vi sono nuovi e vecchi problemi da affrontare, masse di dati da raccogliere e da analizzare, crescenti richieste di indicatori da parte degli analisti e dei *policy maker*, si pone sempre più stringente il problema della carenza di risorse finanziarie a disposizione degli enti preposti alla raccolta ed alla pubblicazione dei dati statistici. Si tratterà pertanto di razionalizzare ulteriormente la produzione di statistiche migliorando i processi produttivi, ma anche sospendendo la produzione di alcune statistiche tagliando i "rami secchi", per far posto ai "nuovi germogli" del giardino degli indicatori della scienza e della tecnologia.

CAPITOLO 12

ELOGIO DELLA RICERCA 'INUTILE' ¹

di Giorgio Sirilli

“Le università pubbliche e private e gli enti pubblici di ricerca devono sia fornire le nuove conoscenze scientifiche che formare i nuovi ricercatori. Queste istituzioni sono specificamente qualificate, dalla loro tradizione e dalle loro caratteristiche peculiari, per svolgere la ricerca di base. Esse hanno l’incarico di conservare le conoscenze accumulate nel passato, di impartirle agli studenti, e di contribuire alle nuove conoscenze di tutti i tipi. E’ principalmente in queste istituzioni che gli scienziati possono lavorare in un’atmosfera che è relativamente libera dalle pressioni avverse della convenzione, del pregiudizio, o delle *necessità commerciali* [corsivo nostro]. Al loro meglio, esse forniscono un significativo grado di libertà intellettuale personale. Tutti questi fattori rivestono una grande importanza nello sviluppo delle nuove conoscenze, poiché è certo che la gran parte delle nuove conoscenze suscita opposizione a causa della sua tendenza a contraddire le credenze e le pratiche correnti ... [E’] raramente possibile eguagliare le università in relazione alla libertà che è così importante per le scoperte scientifiche.”

(Vannevar Bush, *The Endless Frontier*, 1945)

“[L]a preminenza del movente del profitto nel condurre una ricerca scientifica significa, in ultima analisi, che la scienza viene privata del suo carattere epistemologico, secondo il quale il suo fine principale è la scoperta della verità. Il rischio è che quando la ricerca prende una svolta utilitaristica, la sua dimensione speculativa, che è la dinamica interiore del percorso intellettuale dell’uomo, viene ridotta o soffocata”.

(Giovanni Paolo II, Lettera al Nunzio apostolico in Polonia in occasione della Conferenza internazionale “*Conflict of Interest and its Significance in Science and Medicine*”, 25 marzo 2002)

“Prima di tutto, non nuocere”

(Giuramento di Ippocrate)

“L’arte e la scienza sono libere e libero ne è l’insegnamento”. “Le istituzioni di alta cultura, università ed accademie, hanno il diritto di darsi ordinamenti autonomi ...”.

(*Costituzione della Repubblica italiana*, art. 33)

¹ Il presente capitolo è una riproduzione dell’articolo “Elogio della ricerca ‘inutile’”, pubblicato su *Sapere*, anno 71° numero 5 (1040), ottobre 2005, pagg. 6-20.

1. Scienza, conoscenza e ricerca

Diceva Galileo Galilei "... la luce della scienza cerco, e 'l beneficio". L'uomo per sua natura vuole conoscere, esplorare, creare, inventare, spinto dalla curiosità e dal desiderio di migliorare le proprie condizioni spirituali e materiali - e la scienza si è dimostrata uno strumento potente in questa continua ricerca.

Nel corso dei secoli la scienza è stata praticata da singoli individui con mezzi limitati, a volte sostenuti da mecenati che promuovevano le arti, la cultura e la scienza sia per motivi di prestigio che, nel caso dei governanti, di supremazia politica e militare.

Ma è a partire dalla Rivoluzione industriale della metà del Settecento che la scienza diventa un'impresa organizzata ed assume una rilevanza economica e sociale. Adam Smith osservava che i miglioramenti nei macchinari provenivano sia dai produttori e dagli utilizzatori delle macchine, sia da "filosofi e uomini di pensiero, la cui attività è quella di non fare nulla ma di osservare tutto". Si trattava dei 'filosofi naturali' che successivamente, nel XIX secolo, vennero chiamati 'scienziati'. Il salto di qualità che caratterizza la società in cui viviamo, ormai sempre più spesso chiamata 'società della conoscenza', avviene nella seconda metà dell'Ottocento allorché si afferma l'istituzionalizzazione di organizzazioni stabili per generare idee, scoperte e invenzioni: i laboratori di ricerca. Sebbene esistessero in precedenza laboratori negli enti governativi e nelle università, è soltanto negli anni '70 del XIX secolo che appaiono laboratori di R&S nell'industria, in particolare quella chimica ed elettrica. Questo cambiamento della struttura industriale, accompagnato dalla crescita dei laboratori di ricerca pubblici, di istituti di ricerca privati indipendenti e dei laboratori delle università, ha cambiato profondamente il panorama del sistema innovativo al punto che alcuni osservatori hanno sostenuto che la più grande invenzione del XIX secolo è stata il metodo stesso dell'invenzione.

L'espansione dello sforzo di ricerca progredisce tra la prima e la seconda guerra mondiale, allorché vengono realizzate fondamentali scoperte e invenzioni che trovano la propria applicazione durante il conflitto, vuoi per scopi bellici di distruzione (la bomba atomica ed i missili a lungo raggio), vuoi per salvare vite umane (per esempio la penicillina), vuoi, infine, per l'organizzazione delle operazioni (la ricerca operativa ed il calcolo elettronico). Da un punto di vista organizzativo e politico, il progetto Manhattan, con la messa a punto della bomba atomica, mostra al mondo intero il potere della scienza e, specialmente, quella dei grandi laboratori, dei grandi progetti. Negli Stati Uniti nasce quella che viene denominata la *big science*. Molti altri avanzamenti vengono fatti registrare nello stesso periodo come risultato di grandi progetti di ricerca svolti con il concorso di ricercatori e tecnici dei laboratori governativi, delle università e delle imprese: gli esempi più noti sono il radar, i calcolatori, i razzi. In tale contesto appare chiaro come il laboratorio di ricerca serva alla produzione di nuove conoscenze sia di carattere generale che legate a specifiche applicazioni, sia alla predisposizione di modelli, disegni, manuali, prototipi per nuovi prodotti o di impianti pilota e piattaforme sperimentali per nuovi processi.

Il punto di svolta è dunque la seconda Guerra mondiale. I governi comprendono che, per mantenere ed accrescere i propri livelli di benessere e di sicurezza, nel quadro della competizione tra blocchi in cui si innesta non soltanto la corsa agli armamenti ma anche la competizione tra Usa e Urss per la conquista dello spazio, è necessario finanziare generosamente gli scienziati che, prima o poi, produrranno scoperte utili per l'uomo. La scienza viene dunque usata a scopi strategico-militari, e la ricerca diventa un primario strumento di potere nello scacchiere internazionale. Il riconoscimento dell'importanza dello stato nel sostegno alla ricerca, in particolare a quella di base, costituisce il tema principale di quello che viene considerato uno dei primi documenti programmatici della politica della ricerca: il rapporto presentato nel 1945 da Vannevar Bush al presidente americano Roosevelt, dal significativo titolo "Scienza: la frontiera infinita" (Bush, 1945). Nel rapporto si sostiene che la ricerca scientifica ha ampiamente dimostrato di produrre effetti positivi per la società nel suo complesso e che quindi vi sia la necessità di finanziare con abbondanti risorse pubbliche la ricerca svolta nei laboratori delle grandi agenzie pubbliche come pure quelli delle imprese. Uno degli esiti del rapporto fu l'istituzione della National Science Foundation, agenzia incaricata di finanziare progetti promettenti e meritevoli di investimento proposti dai ricercatori sulla base della propria autonomia scientifica. Tale rapporto diventa una sorta di manifesto, adottato pressoché da tutti i paesi, che vede la scienza come "la gallina dalle uova d'oro" che è sufficiente alimentare per ottenerne cospicui benefici; le applicazioni

sono viste come l'“intendenza” che porta i rifornimenti alle truppe in guerra: seguiranno. Negli Usa vengono istituiti altri organismi, uno tra tutti la Nasa, agenzia nata con l'obiettivo dell'esplorazione spaziale, obiettivo irraggiungibile senza straordinari avanzamenti nella scienza e nella tecnologia.

Ma come mai si è proceduto a passi da gigante verso l'istituzionalizzare della R&S, fino a raggiungere alla fine degli anni '90 un livello di 9 ricercatori ogni 1.000 occupati negli Usa e di 5 in Europa? Principalmente per tre motivazioni.

La prima consiste nella progressiva integrazione tra scienza e tecnologia, intendendo per scienza l'attività volta alla individuazione ed alla sistematizzazione di fatti, principi e metodi, specialmente attraverso esperimenti ed ipotesi e, per tecnologia, il processo attraverso cui le proprietà della materia e le fonti di energia disponibili in natura vengono asservite alla soddisfazione dei bisogni dell'uomo. Ciò che nel passato poteva essere inventato basandosi sull'osservazione e sui tentativi sistematici non basta più. Per far progredire la tecnologia è necessario conoscere i principi di base dei fenomeni naturali e dunque un corpus formale di conoscenze che provengono dalla ricerca e che vengono trasmesse nelle università. Gli avanzamenti prodigiosi nei settori della biologia molecolare, della microelettronica, nei nuovi materiali, sarebbero stati impensabili senza il ricorso ad una sofisticata base scientifica prodotta nei laboratori di ricerca. Sebbene la scienza e la tecnologia siano due sistemi sviluppatasi separatamente e con un notevole grado di autonomia, essi interagiscono profondamente l'uno con l'altro talché Chris Freeman, uno dei maestri nel campo degli studi sulla politica della ricerca e dell'innovazione, è ricorso alla metafora di una coppia di ballerini: ciascun partner esegue passi diversi ma insieme ballano la stessa danza. Talvolta l'interazione tra scienza e tecnologia è talmente stretta, che il ballo diventa *cheek-to-cheek* (Freeman, Soete, 1997). La relazione tra scienza e tecnologia è peraltro bidirezionale: non soltanto la scienza influisce profondamente sulla tecnologia, ma quest'ultima può consentire fondamentali avanzamenti scientifici. Per esempio la tecnologia Bessemer ha preceduto la scienza della metallurgia, ed il transistor ha spianato la strada alla fisica dello stato solido. Inoltre la strumentazione scientifica ha svolto un ruolo chiave nello sviluppo della scienza: senza il telescopio Galileo non avrebbe aperto la strada all'astronomia moderna, senza la tomografia assiale computerizzata la diagnostica medica non avrebbe potuto fare i passi avanti che sperimentiamo ogni giorno come pazienti, senza i calcolatori elettronici la stessa scienza non sarebbe progredita così velocemente.

Un secondo motivo è rappresentato dalla crescente complessità delle tecnologie che non consentono di effettuare esperimenti nelle strutture di produzione durante il loro impiego: di qui la necessità di separare il momento inventivo da quello della produzione, con la simulazione degli esperimenti nei laboratori di R&S.

Un terzo elemento è da ricollegare alla professionalizzazione della ricerca ed alla conseguente divisione del lavoro, che fornisce un vantaggio allorché nei laboratori vengono concentrate risorse umane altamente specializzate, strumentazioni scientifiche sofisticate e sistemi di supporto tecnico. Le attività di ricerca si caratterizzano dunque per una forte concentrazione di scienziati, ricercatori, tecnici, sostenuti nel proprio lavoro da una quota alquanto ridotta di personale di supporto. Ecco dunque la diffusione dei grandi laboratori in cui viene eseguita la ricerca 'di punta', di lungo periodo, di base.

2. Ricerca e crescita economica

La ricerca e sviluppo è un'attività che si caratterizza per la creazione di nuove conoscenze. Questa è la sua missione principale. L'utilizzazione dei suoi risultati per risolvere i problemi dell'uomo comporta una serie di altre attività che sono al di fuori della portata dei ricercatori e che riguardano aspetti tecnici, organizzativi, politici, istituzionali, finanziari, economici, commerciali². Può avvenire, infatti, che si assista a paradossi, come quello europeo rispetto agli Stati Uniti, in cui ad un eccellente

² La storia della scienza mostra come gli scienziati, di norma, si rivelino mediocri imprenditori delle proprie scoperte (un esempio a *contrariis* è quello di Guglielmo Marconi, che è riuscito a commercializzare le sue invenzioni dando vita ad un'impresa di grande successo).

livello di produzione scientifica corrispondono deludenti prestazioni del sistema economico in termini di innovazione tecnologica. E' necessario fare giustizia di un diffuso preconcezzo, quello che vede l'equazione $R\&S = \text{innovazione tecnologica} = \text{crescita economica}$. Un indicatore per tutti: la spesa per R&S rappresenta poco più della metà del costo sostenuto dalle imprese per introdurre sul mercato nuovi prodotti e nuovi processi. Va dunque corretta la percezione che molti hanno della ricerca come la panacea per risolvere i problemi economici e sociali.

Lasciare dunque la R&S alla cura degli addetti ai lavori nella loro torre d'avorio, visto che non "paga" diretti, visibili e immediati dividendi economici? Decisamente no. La R&S si dimostra sempre più un fattore fondamentale per una società come quella attuale, e sicuramente come quella futura, basata sulle conoscenze. Tutte le organizzazioni, dalla piccola impresa ai paesi più grandi, hanno necessità di disporre di competenze tecniche, di capitale umano specializzato e, per garantire elevati livelli di benessere, devono investire sì in capitale materiale ma, soprattutto, in capitale immateriale (R&S, educazione, software). Senza un adeguato investimento in R&S non è possibile nemmeno avvantaggiarsi dell'assorbimento delle nuove tecnologie, che sono sempre più spesso legate a sofisticate conoscenze scientifiche.

3. I benefici economici della ricerca di base

Varie analisi economiche condotte negli ultimi decenni hanno mostrato che la ricerca di base finanziata con le risorse pubbliche ha un elevato tasso di ritorno (tra il 20 ed il 60%) (OTA, 1986). Mansfield, analizzando 76 imprese americane, ha potuto verificare che l'11% dei nuovi prodotti ed il 9% dei nuovi processi non sarebbero potuti essere sviluppati senza la ricerca accademica. L'autore, in uno studio successivo, ha calcolato che tali percentuali erano diventate ancora più elevate, 15% e 11%; e ciò probabilmente a causa di uno spostamento della ricerca accademica verso progetti a più breve termine e di natura maggiormente applicativa (Mansfield, 1998).

Salter e Martin hanno individuato un insieme di elementi che costituiscono, in maniera e con proporzioni differenti da caso a caso e variabili nel tempo, l'output delle attività di ricerca dell'università (Salter, Martin, 2001):

- l'incremento dello stock di conoscenze utili;
- la formazione di laureati, che rappresentano un fondamentale veicolo per trasferire al mondo della produzione non soltanto le nuove metodologie ma anche un nuovo atteggiamento innovativo;
- la messa a punto di nuova strumentazione e di nuove metodologie, che possono aprire nuove opportunità di mercato e cambiare radicalmente l'avanzamento delle tecnologie;
- la promozione di una rete di contatti e lo stimolo alle interazioni sociali nell'ambito del sistema nazionale di innovazione;
- l'aumento delle capacità di soluzione dei complessi problemi scientifici e tecnologici;
- la creazione di nuove imprese (*spin-off*). Sebbene vi siano noti esempi di agglomerazioni di nuove imprese ad alta tecnologia intorno a università come l'MIT e Stanford, gli studi condotti sul tema non forniscono prove che un rilevante impegno nella ricerca di base generi imprese *spin-off*³.

Anche gli organismi di ricerca pubblici generano un'ampia varietà di output. Il caso del CNR italiano è illustrativo. Dalla Tabella 1 si può rilevare che l'ente è in grado di documentare 21 diverse tipologie di attività svolta su cui è stato possibile reperire dati quantitativi affidabili. A

³ Molte delle imprese *spin-off* delle università rimangono molto piccole, crescono lentamente ed hanno un elevato tasso di insuccesso (Massey et al., 1992; Clarisse B., Heirman A, Degroff J.J., 2001).

queste attività ne andrebbero aggiunte altre che per loro natura sono difficili da catturare e misurare con un adeguato grado di attendibilità, per esempio l'impegno dei ricercatori nella divulgazione scientifica e nel fornire risposte a quesiti scientifici in occasione di eventi posti all'attenzione della cittadinanza (fenomeni climatici, geofisici, ambientali, ecc.)⁴.

Tab. 1 - La produzione scientifica del CNR

Tipologia di produzione	2000	2001	2002
Attività editoriali	211	224	217
Organizzazione di congressi e convegni	215	175	198
Organizzazione di corsi, scuole, seminari	935	649	750
Richieste di brevetto	77	90	76
Articoli su riviste JRC	5.094	4.941	4.916
Articoli su riviste con Cdr internazionale	944	929	909
Libri pubblicati con editori stranieri	496	461	438
Interventi agli Atti di congressi internazionali	2.262	2.386	2.433
Comunicazioni a congressi internazionali	3.930	3.627	3.934
Articoli su riviste con Cdr nazionale	1.004	894	850
Libri pubblicati con editori italiani	488	479	522
Interventi agli Atti di congressi nazionali	898	833	854
Comunicazioni a congressi nazionali	2.418	2.479	2.581
Rapporti tecnici, memorie interne, altre pubblicazioni	1.926	1.579	1.565
Banche dati	144	136	162
Collaborazioni a riviste e congressi	1.915	1.213	2.457
Docenza in corsi universitari	1.208	841	907
Docenza in altri corsi	413	340	467
Tesi di laurea	2.028	1.526	1.737
Dottorati di ricerca	609	661	655
Borse di studio	571	370	286

Fonte: CNR, Report 2003

Nella loro analisi della letteratura sull'argomento, Salter e Martin concludono che vi sono convincenti prove del fatto che il finanziamento pubblico della ricerca di base produce considerevoli benefici economici (Salter, Martin, 2001). Gli autori sostengono che "questi benefici sono spesso sottili, eterogenei, difficili da individuare e misurare, e principalmente indiretti. La ricerca di base finanziata dallo stato deve essere considerata come una fonte di nuove idee, opportunità, metodi e, soprattutto, di persone capaci di risolvere problemi." Ma come si deve regolare lo stato nel sostenere la ricerca pubblica? Purtroppo la teoria non è in grado di elaborare un semplice modello della natura dei benefici economici della ricerca di base che possa essere di guida nello stabilire l'ammontare delle risorse da investire e le aree su cui intervenire, anche perché vi sono considerevoli differenze tra paesi e tra settori. Gli autori concludono che "la letteratura disponibile indica che il finanziamento pubblico della ricerca di base, come di molti altri settori di intervento pubblico (per esempio la difesa), non è facile da giustificare soltanto in termini di benefici economici misurabili."

⁴ Se si considera che tali risultati sono stati conseguiti con il lavoro di circa 8.000 dipendenti, di cui 3.600 ricercatori, si può ragionevolmente concludere che la struttura scientifica del CNR, pur in presenza di notevoli difficoltà legate alla carenza di risorse e di orientamento strategico a causa di continue riforme e di commissariamenti, fornisce al paese un output diversificato e di tutto rispetto.

In molti paesi, ed in particolare nel nostro, è diffusa la convinzione che l'università sia scollegata dalla realtà quotidiana e dalla società che la alimenta. Tale convinzione è smentita dai fatti: da secoli i docenti universitari svolgono attività professionali e di consulenza nelle varie branche della società: i docenti di diritto svolgono attività forense, i medici curano i pazienti nelle cliniche e svolgono attività di consulenza *extra moenia*, gli ingegneri e gli architetti progettano opere civili e beni prodotti dall'industria, gli economisti ed i commercialisti forniscono le loro consulenze alle istituzioni pubbliche e private, gli agronomi sperimentano sul campo specie vegetali, i geologi forniscono consulenza scientifica alle autorità responsabili del territorio. Altre categorie di docenti e ricercatori, dal loro canto, pur non avendo un riscontro immediato di utilizzo pratico del proprio sapere, lavorano per l'avanzamento delle conoscenze che contribuiscono ad elevare il livello civile e culturale della popolazione. Insomma, non vi è evidenza di un problema di scarsità di legami tra università e società; piuttosto, in particolare nel nostro paese, vi sono problemi di efficienza del sistema didattico e della ricerca pubblica aggravati dalla cronica insufficienza di risorse e spesso dall'eccessivo impiego dei docenti che svolgono un'attività professionale a scapito della ricerca e della didattica.

4. Le aspettative nei confronti della ricerca: la preminenza delle imprese

Il dibattito a livello internazionale sul ruolo della scienza e della tecnologia nella società, sviluppatosi negli ultimi lustri soprattutto all'Ocse ed all'Unione europea, è stato fortemente influenzato dalle politiche imposte in chiave neo liberista, che vedono la scienza e la tecnologia come strumento di competizione economica. Si sono moltiplicate le analisi dei rapporti scienza-industria ed in tutti i paesi sono state messe in campo politiche tese a promuovere l'utilizzo delle nuove conoscenze per la competitività economica al punto che un gruppo di lavoro promosso dalle Nazioni Unite recentemente affermava che "la ricerca scientifica e tecnologica è sempre più indirizzata verso il profitto piuttosto che a risolvere i problemi che rappresentano i flagelli dell'umanità; solo il 10% della spesa per ricerca e sviluppo è dedicata ad affrontare il 90% dei mali del mondo" (UN, 2004). E ciò in un contesto che conduce a favorire la ricerca applicata a scapito di quella di base, lo sviluppo di nuove tecnologie alla scoperta di nuovi principi, la prospettiva di breve a quella di lungo periodo.

Non che l'esigenza di vedere un ritorno dell'investimento di risorse che variano tra meno dell'1% ed oltre il 3% del Pil sia immotivata, o che il cittadino non abbia legittime aspettative circa la soluzione dei tanti problemi che lo affliggono ed a cui la scienza ha mostrato di poter contribuire a risolvere, ma si può affermare che l'enfasi sia stata posta troppo sull'utilizzazione dei risultati della ricerca nel settore produttivo, troppo spesso in un'ottica di breve periodo. A tale proposito va osservato come vi sia uno squilibrio anche a livello di settori della società che reclamano un "ritorno" dalla ricerca pubblica. Se si guarda alla struttura del finanziamento pubblico per R&S in alcuni paesi dell'Ocse ripartita per obiettivo socio-economico si può osservare che quote rilevanti dei fondi pubblici per ricerca sono destinate alla difesa, alla salute, alla promozione delle conoscenze nelle università senza specifiche finalizzazioni, e che l'obiettivo della produttività industriale rappresenti soltanto una quota modesta, all'incirca un decimo del totale (Tabella 2). Inoltre, esaminando l'economia nel suo complesso, il contributo delle imprese ad alta tecnologia rappresenta meno del 3% del Pil degli Usa, paese caratterizzato dall'industria più avanzata del mondo (Smith, 2002). Ci si può dunque porre il quesito del perché un segmento certamente importante, ma minoritario, dell'economia, ed a maggior ragione della società, riesca a condizionare così profondamente lo sviluppo delle scienze che, per loro natura, hanno una valenza ben più ampia di quella delle necessità di produrre e vendere nuovi prodotti e servizi. Ci si potrebbe chiedere dunque perché le lobby degli studenti universitari e delle loro famiglie, dei militari, dei malati con i loro medici, degli ambientalisti, non riescano a riequilibrare la pressione sul mondo della ricerca esercitata dalla lobby delle imprese.

In realtà l'enfasi del discorso politico sulla scienza e la tecnologia è cambiato continuamente nel corso degli ultimi decenni: dalla difesa (prima della Seconda guerra mondiale e durante la Guerra fredda), allo spazio, all'energia (dopo la crisi del 1973), all'ambiente, alla tecnologia per la competitività dei sistemi economici, alla salute. Negli anni più recenti si parla sempre più di una scienza e di una tecnologia per il soddisfacimento dei variegati bisogni sociali nel quadro della "società della conoscenza" ma, nei fatti, molti governi continuano a mettere in campo politiche di sostegno alle imprese mediante un ri-orientamento delle attività delle strutture di ricerca pubbliche ed una loro ristrutturazione organizzativa finalizzata a tale scopo.

Tab. 2 - Gli stanziamenti delle amministrazioni pubbliche di alcuni paesi Ocse per obiettivi socio-economici.
Ripartizione percentuale e spesa in miliardi di Euro - 2000

Obiettivo socio-economico	Germania	Francia	Italia	Regno Unito	Europa 15	Usa	Giappone
Esplorazione e sfruttamento della terra	1,8	0,6	1,6	1,4	1,4	1,3	1,7
Infrastrutture e pianificazione territoriale	1,6	0,7	0,3	1,8	1,5	2,0	3,7
Ambiente	3,4	1,8	2,5	2,6	2,7	0,7	0,8
Salute	3,4	5,6	6,8	15,2	6,3	22,8	3,9
Energia	3,5	5,1	4,5	0,5	3,4	1,4	18,1
Agricoltura	2,5	2,5	2,1	4,1	3,3	2,2	3,5
Industria	12,3	6,4	15,5	0,6	9,9	0,5	6,8
Strutture e relazioni sociali	3,6	0,7	3,5	3,7	3,0	0,9	0,9
Spazio	4,5	11,0	8,7	2,5	5,9	10,5	5,6
Ricerca finanziata con i fondi universitari	38,5	17,9	42,6	21,1	31,0	0,0	35,4
Ricerca non orientata	16,6	22,5	11,2	13,4	15,3	6,1	14,0
Altre ricerche	0,1	2,6	0,0	0,4	1,4	0,0	1,5
Difesa	8,0	22,6	0,9	32,8	14,8	51,8	4,1
Totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Totale (Miliardi di Euro)	16,3	13,1	6,8	10,2	61,9	87,6	33,0

Fonte: Commission of the European Communities, 2003a

5. La "corsa" alla brevettazione

Negli ultimi anni si è assistito a profondi cambiamenti nel sistema dei diritti di proprietà intellettuale, nel senso di un loro rafforzamento sia mediante l'ampliamento delle tipologie di conoscenze tutelate, sia attraverso il riconoscimento ai titolari di una gamma di diritti più ampia che nel passato. In molti dei paesi più sviluppati l'insieme delle materie brevettabili è stato ampliato includendo il software e le basi dati (in particolare quelle relative alla genetica ed alla geofisica); in alcuni paesi sono diventati materia di proprietà intellettuale la scienza di base (per esempio nei campi della matematica e della biologia) ed i metodi di gestione delle organizzazioni. L'aumentata importanza annessa al valore economico delle tecnologie coperte dai brevetti ha condotto ad un significativo incremento dell'attività di brevettazione nei paesi più avanzati: le domande di brevetto depositate presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti di Monaco di Baviera sono passate dalle 70.000 del 1990 alle 129.000 del 2000, ed il numero di brevetti rilasciati dall'Ufficio dei brevetti e dei marchi degli Stati Uniti è aumentato dai 62.000 del 1980, ai 90.000 del 1990, ai 166.000 del 2001. Anche le controversie relative ai brevetti ed ai diritti d'autore

sono aumentate, almeno negli Stati Uniti. Le imprese hanno ricevuto crescenti introiti dalle licenze sui propri diritti di proprietà intellettuale.

Allo stesso tempo una serie di fattori, legata all'accresciuto investimento delle imprese in R&S, alle trasformazioni strutturali dei meccanismi di innovazione, ai processi di globalizzazione e di competizione tra imprese e tra paesi, alla diffusione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, ha prodotto un continuo incremento delle transazioni del mercato mondiale delle tecnologie sotto forma di cessione di brevetti, contratti di licenza, trasferimento di *know-how*. I mercati della tecnologia sono stati particolarmente attivi in aree quali la chimica, le biotecnologie, i semiconduttori.

In tale contesto vari governi hanno adottato misure per rafforzare i diritti di proprietà intellettuale; ma sulla natura degli interventi in questo senso esistono due posizioni divergenti. Da un lato si sostiene che sia necessaria una loro estensione per garantire agli inventori i necessari incentivi: se le invenzioni non sono sufficientemente protette, possono essere imitate riducendo o addirittura azzerando il ritorno economico per l'inventore, producendo quindi un rallentamento del progresso tecnico. Dall'altro lato si sottolinea il fatto che più ampi diritti di proprietà intellettuale possono creare ostacoli indesiderati alla diffusione del sapere, processo che rappresenta la base essenziale dell'innovazione in cui le nuove conoscenze alimentano la generazione di altre conoscenze. Da un punto di vista economico, un'eccessiva estensione dei brevetti, che per definizione riconoscono un monopolio, seppur temporaneo, può far sì che il titolare riceva dalla società un ritorno economico eccessivo rispetto al costo sostenuto per la ricerca, generando una distorsione nell'allocazione delle risorse destinate all'innovazione che vengono convogliate verso aree con maggiori ritorni privati a scapito di quelle con maggior valore in termini di benessere sociale.

I governi di vari paesi dell'Ocse hanno inoltre spinto gli enti pubblici di ricerca e le università a brevettare le proprie invenzioni, seguendo l'esempio degli Stati Uniti, dove nel 1980 è stata adottata la legge Bayh-Dole che consente agli esecutori della ricerca finanziata dal governo federale di brevettare i suoi risultati e di rilasciare licenze a terzi. Vi sono tuttavia significative differenze tra i paesi più industrializzati nelle modalità di allocazione dei diritti di proprietà intellettuale tra i vari attori (le istituzioni rispetto ai singoli ricercatori), nelle regole per l'attribuzione delle licenze, nell'allocazione delle *royalties*⁵. L'obiettivo di tali politiche è quello di incentivare le organizzazioni pubbliche e i ricercatori a focalizzare la propria ricerca su obiettivi di interesse per l'industria e per la società in generale, incrementando allo stesso tempo le fonti di finanziamento dei laboratori pubblici.

6. Le linee guida europee ispirate alla presunta esperienza americana

Guardando al quadro europeo, è interessante analizzare quanto è emerso dal dibattito degli ultimi anni e quali linee guida sono state elaborate per guidare l'azione dei paesi membri dell'Unione. I documenti europei si soffermano ampiamente sui supposti benefici del maggiore coinvolgimento delle università nella commercializzazione dei risultati della ricerca.

⁵ In Italia attualmente la legislazione prevede che la titolarità dei brevetti spetti agli inventori degli organismi pubblici, e non più alle istituzioni di appartenenza. Tale cambiamento avrà probabilmente l'effetto di premiare maggiormente i ricercatori per la loro attività inventiva e di diminuire il rischio che le università e gli enti pubblici di ricerca si trovino con un ingente portafoglio di brevetti inutilizzati. Allo stesso tempo l'obiettivo di rendere più spedito ed efficace il trasferimento delle tecnologie potrebbe essere messo in dubbio dalle minori risorse economiche e capacità di valorizzazione a disposizione dei singoli inventori (MIUR, 2004a, Allegato).

Nella Comunicazione della Commissione "Il ruolo delle università nell'Europa della conoscenza" (Commission of the European Communities, 2003b) si legge che "La società della conoscenza dipende per la sua crescita dalla produzione di nuove conoscenze, dalla loro disseminazione mediante le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, e dal loro uso attraverso nuovi processi industriali e servizi. Le università hanno un ruolo chiave, in quanto prendono parte da primi attori in tutti questi processi in virtù del loro ruolo fondamentale che svolgono in tre campi: nella ricerca e nello sfruttamento dei suoi risultati, grazie alla cooperazione con l'industria ed agli *spin-off*; nell'educazione e nella formazione professionale, in particolare dei ricercatori; nello sviluppo regionale e locale, a cui esse contribuiscono significativamente" (p. 2). Nella Comunicazione si sostiene inoltre che "Un rilevante ostacolo ad una migliore applicazione dei risultati della ricerca universitaria risiede nelle modalità con cui i diritti di proprietà intellettuale vengono gestiti in Europa. Negli Usa la legge 'Bayh-Dole' ha attribuito alle organizzazioni in cui viene svolta attività di ricerca finanziata con fondi federali, in particolare le università, la proprietà dei risultati ottenuti allo scopo di incoraggiare l'applicazione dei risultati della ricerca accademica ... Tuttavia, la divergenza che permane relativamente alle regole in vigore in alcuni paesi europei, e la natura nazionale della regolamentazione, hanno complicato e limitato in Europa il trasferimento della tecnologia e la cooperazione transnazionale ... Inoltre, le università europee non hanno strutture adeguatamente sviluppate per gestire i risultati della ricerca ... Un altro fattore è la mancanza di familiarità di molta parte del personale universitario con la dimensione economica della ricerca, in particolare gli aspetti manageriali e le problematiche relative alla tutela della proprietà intellettuale"⁶.

Nella strategia enunciata dalla Comunicazione vengono dunque proposti cambiamenti nelle regole e ipotizzate riforme istituzionali al fine di promuovere la commercializzazione della ricerca universitaria come strategia mirata a raggiungere simultaneamente due obiettivi: i) contribuire a sostenere i costi crescenti dell'educazione universitaria e della ricerca pubblica, ii) contribuire ad aumentare la quota di Pil investita nella R&S. Tale strategia è già stata messa in atto in molti paesi a partire dalla fine degli anni ottanta, in cui i fondi generali dell'università commisurati prioritariamente al numero di studenti e gestiti in autonomia sono diminuiti in corrispondenza dell'aumento di quelli di carattere competitivo conferiti per svolgere ricerche orientate all'applicazione e caratterizzati da più stretti legami tra l'accademia e l'industria.

Le università e gli enti di ricerca pubblici dei paesi Ocse si sono trovati dunque nella necessità di diversificare le fonti di finanziamento. In particolare nei paesi europei si è modificata la tradizionale impostazione secondo cui tali istituzioni ricevevano un trasferimento dal governo in ragione del servizio pubblico reso - trasferimento parametrato sul numero di studenti e sui grandi progetti di ricerca svolti - con l'introduzione di un sistema di attribuzione di fondi acquisiti su base competitiva. Ciò ha comportato una riduzione dei trasferimenti pubblici compensata da un aumento delle entrate provenienti da istituzioni pubbliche nazionali e internazionali (come l'Unione europea) e da un rafforzamento dei legami con l'industria. Per esempio, nel caso italiano il Cnr acquisisce dal "mercato" il 20% (di cui la metà dal settore privato) delle proprie entrate (CNR, 2004).

Nei documenti di vari paesi europei e delle organizzazioni internazionali⁷ vengono menzionate alcune conseguenze positive della brevettazione della ricerca universitaria: l'incremento delle risorse finanziarie (provenienti dalle licenze e dalle royalties) da utilizzare per attivare nuove aree di ricerca o per sviluppare nuove opportunità didattiche; l'incremento dei finanziamenti provenienti da contratti di ricerca assegnati all'università per sviluppare

⁶ David (2004) si pone la domanda: "L'esempio americano della legge Bayh-Dole indica che, trasponendo il meccanismo in Europa ci si possa aspettare di stimolare i ricercatori universitari a sviluppare e brevettare innovazioni tecnologiche che generano prodotti, investimenti privati e nuovi posti di lavoro nel settore privato - al di là delle biotecnologie?" La sua risposta è negativa.

⁷ Per esempio OECD (2003) e National Audit Office (2002).

l'invenzione brevettata fino al prodotto finale; la creazione di imprese *spin-off* con la partecipazione azionaria dell'università; una più rapida commercializzazione delle invenzioni, con beneficio sia per la società nel suo complesso che delle istituzioni proprietarie dei diritti di proprietà intellettuale. Geuna e Nesta (2004) muovono una critica radicale a tali documenti: "Questi 'benefici' sono presentati senza alcuna evidenza empirica a sostegno, e possono essere considerati soltanto come un miscuglio di supposizioni e di aspettative. Tale approccio non è infrequente quando si deve avviare una politica comparativamente nuova, il cui funzionamento deve essere ancora sperimentato. Tuttavia, va sottolineato che in molti casi questi ipotetici vantaggi sono stati enunciati in maniera generica, senza un appropriato esame dei costi e dei rischi relativi. Quanto meno si può dire che viene presentato un quadro favorevole assolutamente di parte; nell'argomentazione della politica da attuare manca non soltanto il conforto di evidenze concrete, ma anche un'appropriata valutazione dell'insieme delle possibili conseguenze."

7. Un'immagine distorta della ricerca pubblica in Italia

Nel corso degli anni più recenti in Italia le istituzioni di alta cultura, ed in particolare dell'università, sono state oggetto di critiche, spesso molto aspre, da parte di osservatori, di utenti, di politici, di membri del governo. Da varie parti è stata messa in discussione la stessa legittimità delle richieste del mondo scientifico, argomentando, da parte di qualcuno, che di fatto l'investimento in R&S fosse un vero e proprio sperpero di risorse, da destinare molto più produttivamente ad altri scopi. Non che le università e gli enti di ricerca pubblici siano esenti da pecche, disfunzioni, sprechi, inefficienze, ma è sicuramente sbagliato darne un'immagine eccessivamente negativa, non corrispondente alla realtà. I laboratori di ricerca pubblici e le università forse sono migliori di quanto non si creda, e vari indicatori sembrerebbero confermare questa tesi, inclusi quelli relativi alla riconosciuta qualità ed al grado di successo dei nostri laureati emigrati all'estero, e quelli sulla qualità delle pubblicazioni scientifiche nelle più prestigiose riviste internazionali (Sirilli, 2005). Gli operatori della ricerca pubblica e dell'università hanno la tendenza ad esercitare sistematicamente il proprio spirito critico in coerenza con il mestiere dell'intellettuale che, per definizione, è chiamato a dare un contributo originale al mondo del sapere. Inoltre, vivono in un contesto istituzionale in cui la libertà di pensiero è garantita; a presidio di tale garanzia essi hanno (nella maggior parte dei casi) un posto di lavoro fisso⁸. L'atteggiamento dei docenti e dei ricercatori è dunque spesso particolarmente critico nei confronti della propria dimensione lavorativa e tende a sottolineare con forza anche aspetti problematici che, probabilmente, non meriterebbero particolare attenzione. E ciò non giova certamente alla formazione dell'opinione che le persone al di fuori del sistema si fanno delle istituzioni di alta cultura. Un esempio di questo atteggiamento dei docenti universitari è illuminante. Alcuni anni fa, l'Ocse ha attivato, su richiesta del governo italiano, la procedura di analisi della politica scientifica e tecnologica del paese. La procedura prevedeva una serie di visite ai laboratori di ricerca pubblici, alle università, alle aziende. Gli esperti stranieri incaricati delle visite, alla fine del *tour*, confessarono di essere stupefatti da quanto avevano potuto osservare: i docenti universitari, i rettori delle università, i direttori dei laboratori degli enti pubblici erano stati invariabilmente molto critici nei confronti delle proprie istituzioni, sottolineandone le disfunzioni, le pastoie burocratiche, la mancanza di sostegno dal parte del mondo politico, ed evidenziando i tanti altri limiti del sistema; al contrario, i responsabili dei laboratori privati avevano fornito un'immagine sistematicamente positiva della loro situazione, anche quando erano ben note le difficoltà in cui si imbattevano, non inferiori a

⁸ La garanzia del posto di lavoro fisso e l'autonomia universitaria sono stati ribaditi nel dopoguerra, anche in relazione all'esperienza vissuta durante il regime fascista, quando i professori universitari che non presero la tessera del partito vennero licenziati.

quelle dei loro colleghi del settore pubblico. Si può dunque concludere che gli scienziati italiani del settore pubblico non eccellono nel marketing della propria "azienda" - anche perché molto spesso non si sentono fino in fondo parte di un'organizzazione ma semplicemente membri della propria comunità scientifica - mentre i ricercatori privati, più coinvolti nel destino della propria azienda, ed attenti alla carriera ed al posto di lavoro, sono portati ad evidenziarne i punti di forza.

8. Gli introiti dei brevetti sono modesti e concentrati

Uno dei postulati delle politiche brevettali delle università riposa sull'assunto che la commercializzazione delle nuove conoscenze generi un flusso di cassa positivo. Ciò implica che il costo delle strutture di trasferimento istituite per gestire la tecnologia presso le università e gli enti pubblici sia più che bilanciato dagli introiti provenienti dai brevetti sotto forma di licenze, *royalties*, partecipazioni azionarie in aziende *start-up*. Ebbene, nel caso delle università del Regno Unito e degli Stati Uniti per cui si dispone di informazioni attendibili, la gran parte degli uffici per il trasferimento delle tecnologie non genera redditi positivi (Nelsen, 1998; Charles e Conway, 2001). Un analogo studio dell'Ocse (OECD, 2003) mostra che un numero ridotto di queste organizzazioni fa registrare profitti significativi, mentre la maggioranza ha risultati economici modesti o nulli. Le informazioni disponibili mostrano che, sebbene le università possono trarre beneficio dalla brevettazione, queste rappresentano una ristretta minoranza, mentre nella maggior parte dei casi gli uffici per il trasferimento delle tecnologie delle università sono in passivo⁹; Nelson (2001) sostiene che "è un mito aspettarsi che le università possano trarre molto denaro dalle loro attività brevettali e di licenza" e che è verosimile che la maggioranza delle università mantenga in vita uffici per il trasferimento delle tecnologie il cui costo supera i proventi, mentre soltanto poche godono di benefici finanziari.¹⁰

Le informazioni sugli introiti delle università europee provenienti dai brevetti sono di fatto inesistenti; nel caso degli USA i dati disponibili mostrano che alcune tra le più grandi università (Università della California, Stanford, Columbia) hanno fatto registrare un incremento esponenziale dall'inizio della metà degli anni '80 (Mowery et al., 2001). In più, va osservato che il fenomeno è altamente concentrato anche sotto il profilo del numero di brevetti: per le più grandi università analizzate da Mowery et al., la gran parte dei profitti proveniva soltanto dalle cinque invenzioni di maggiore successo, mentre il resto dei brevetti aveva rendimenti molto bassi. Anche per i brevetti di origine pubblica vale dunque la regola della distribuzione fortemente asimmetrica: molto pochi hanno un alto valore commerciale, mentre la maggior parte genera profitti molto modesti o nulli. Ci si può dunque aspettare che la gran parte delle invenzioni brevettate non generi per le università proventi tali da compensare le riduzioni dei trasferimenti da parte del governo, mentre le poche istituzioni di ricerca di maggior successo potranno reinvestire i notevoli profitti per potenziare ulteriormente le proprie capacità di ricerca e di attrazione di fondi da parte del mondo delle imprese. Questo scenario, in cui "chi vince prende tutta la posta", tende ad esacerbare le differenze tra università penalizzandone la maggioranza che parte da una posizione di svantaggio. Tale effetto squilibrante non è previsto nelle politiche sostenute a livello europeo, ed aggrava il problema del mantenimento in vita di istituzioni di alta cultura e di ricerca: non potendo far fronte a parte delle proprie necessità a causa delle recenti

⁹ E' lecito sostenere che le spese sostenute nel corso degli ultimi lustri dal Cnr per la propria struttura incaricata del trasferimento delle tecnologie sia stata superiore agli introiti per brevetti e licenze (Abramo, 1998).

¹⁰ David, rifacendosi anche alle risultanze di ricerche condotte negli Usa che mostrano l'inadeguatezza strutturale, e finanche culturale, delle strutture di trasferimento delle università, suggerisce che i diritti di proprietà intellettuale delle università vengano affidati a fondazioni indipendenti gestite da professionisti ed i cui proventi vengano distribuiti tra i vari attori che contribuiscono alla generazione delle conoscenze (David, 2004).

politiche di riduzione del sostegno pubblico, queste sono destinate ad avvitarsi in un processo di progressivo ed irreversibile degrado.

Nel caso italiano il problema del finanziamento della ricerca universitaria si associa al processo di riforma della didattica. Questo tende, per sua natura, a creare forti tensioni causate dalla necessaria differenziazione tra università, dipartimenti e docenti in grado di raggiungere o mantenere un adeguato livello di didattica e di ricerca, e quelli meno efficienti che faranno fatica a sopravvivere. Una delle possibili conseguenze di tale divario potrebbe essere l'affermazione sul mercato delle conoscenze di un ristretto numero di "centri di eccellenza", a cui andrebbe la maggior parte delle risorse scientifiche, e la marginalizzazione delle strutture non in grado di competere per ottenere le risorse pubbliche e private necessarie per la loro sopravvivenza, e destinate quindi ad una contrazione con pregiudizio per la loro attività scientifica e didattica. Non vi è dubbio che vada introdotto un processo di selezione mirato al raggiungimento di più elevati livelli di qualità nella R&S e nella didattica, e che la competizione comporta che vi siano dei perdenti, ma al contempo va previsto di dare le necessarie opportunità a tutte le università di contribuire alla formazione del capitale umano del paese; diversamente, si può prevedere che le sedi attualmente più deboli soccombano, creando di nuovo squilibri di natura sociale e politica, non facilmente sostenibili nelle varie regioni del paese, in particolare nel Mezzogiorno.

9. L'impatto economico della brevettazione dei risultati della ricerca pubblica

Si è in precedenza ricordato che uno degli obiettivi delle politiche volte a commercializzare i risultati della ricerca pubblica consiste nel generare risorse finanziarie provenienti dal mercato, che vanno a sostituirsi a quelle che sarebbero state messe a disposizione dal governo; ciò in vista anche di un aumento della spesa per R&S del paese. Ebbene, il meccanismo alla base di questo assunto non è chiaro. Gli enti pubblici di ricerca nascono con l'obiettivo di produrre conoscenze, pagate dai contribuenti, da mettere a disposizione di tutti, comprese le imprese che ne vogliono fare un "business". In tal modo si consegue un obiettivo di efficienza economica, in quanto l'investimento viene effettuato una sola volta per tutti, evitando duplicazioni di sforzi (questo a condizione che i singoli individui o le aziende abbiano la capacità e l'interesse ad impegnarsi nella ricerca con valenza *erga omnes*). Se le università ricorrono alla brevettazione, le imprese, che prima potevano accedere liberamente alle conoscenze, dovranno pagare delle *royalties* per sfruttare l'invenzione e quindi, a fronte di un investimento a carico del contribuente, e quindi delle imprese stesse, vi è un extra costo per le aziende che vedono aumentare i costi dell'innovazione. A livello di contabilità nazionale si registra dunque un aumento del Pil, ma si tratta di un aumento fittizio poiché per lo stesso output della ricerca pubblica le imprese sono soggette ad un pagamento che prima non effettuavano.

10. I ricercatori pubblici brevettano molto di più di quanto non si creda

Una delle motivazioni dei forti incentivi alle istituzioni pubbliche di ricerca a brevettare i risultati è legata alla convinzione che i ricercatori pubblici e i docenti universitari producano pochi brevetti. Tale convinzione appare quanto mai discutibile. Se da un lato il numero di brevetti assegnati alle istituzioni è basso, i brevetti che portano tra gli autori il nome di un ricercatore pubblico sono estremamente più numerosi.

Nel caso dell'Italia, Balconi et al. (2003) hanno mostrato che, tra il 1978 ed il 1999, dei circa 1.500 brevetti italiani depositati all'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO) che avevano almeno un docente universitario tra gli autori, soltanto 40 erano di titolarità delle università; i 1.500 brevetti rappresentavano il 3,8% del totale italiano, indicando una presenza non trascurabile dell'accademia nella collaborazione per la brevettazione delle tecnologie di punta. Similmente, Meyer (2003) ha mostrato che, nel periodo 1986-2000, i dati per la Finlandia erano rispettivamente 530 e 36. Schmoch (2000) ha calcolato che per la Germania i brevetti di cui sono titolari le università sono molto pochi, mentre quelli che hanno tra gli inventori un docente universitario sono passati dai 200 dell'inizio degli anni '70 ai circa 1.800 del 2000. Indicazioni analoghe emergono da dati parziali relativi al Belgio ed alla Francia (Geuna, Nesta, 2004).

I dati brevettuali consentono di individuare i settori in cui la ricerca pubblica è più attiva. Negli Usa il 41% dei brevetti depositati all'Ufficio dei brevetti (USPTO) nel 1998 e che avevano almeno un inventore accademico erano in tre aree della biomedicina, con una forte concentrazione nelle scienze della vita e delle biotecnologie. Le informazioni disponibili non consentono di stabilire se in Europa vi sia un'analogha concentrazione, ma i dati sull'Italia, la Germania, il Belgio, la Finlandia mostrano che le aree in cui i docenti sono più attivi sono le biotecnologie e la farmaceutica¹¹.

Dall'analisi delle evidenze disponibili relative alla brevettazione all'EPO, Geuna e Nesta (2004) traggono due conclusioni: i) almeno per quanto riguarda la Germania e l'Italia, la storia mostra che la brevettazione da parte delle università non è affatto un fenomeno nuovo, e quindi è del tutto immotivato sostenere che l'incremento della brevettazione sia dovuto ai recenti provvedimenti governativi volti a promuovere la commercializzazione delle conoscenze, ii) le biotecnologie e la farmaceutica rappresentano le aree tecnologiche in cui l'attività brevettale delle università di tutti i paesi è cresciuta a ritmi estremamente elevati, mentre negli altri settori la crescita è stata decisamente più contenuta¹².

11. Gli effetti negativi della brevettazione all'università

Geuna e Nesta (2004) hanno individuato cinque possibili impatti negativi del ricorso delle università ai diritti di proprietà intellettuale ed all'istituzione di appositi organismi per la promozione e la gestione dei brevetti.

Effetto di sostituzione tra le pubblicazioni ed i brevetti. Questo effetto è legato in particolare dall'età del ricercatore: ci si può aspettare che i ricercatori più anziani pubblichino simultaneamente sulle riviste scientifiche e brevettino i risultati della ricerca: essi hanno già accumulato una vasta esperienza scientifica su cui capitalizzare per approfondire aspetti applicativi ed, allo stesso tempo, hanno verosimilmente raggiunto un'adeguata "visibilità" nella comunità scientifica ed un adeguato livello gerarchico nella carriera. I più giovani, al contrario, debbono ancora costruire il proprio capitale intellettuale: di conseguenza, se si concentrano nella attività con ricadute brevettuali rischiano di compromettere la loro produttività nel lungo periodo e la loro "visibilità" scientifica.

Impatto sulla qualità dell'insegnamento. E' ben noto che l'attività didattica ha una scarsa importanza nella valutazione della performance dei docenti universitari e sulla loro carriera. Se il numero di brevetti ricevuti viene considerato un indicatore di produttività, i docenti saranno spinti

¹¹ Naturalmente la situazione dipende dalla specializzazione internazionale dei paesi e dalla intensità delle interazioni università-industria: per esempio in Finlandia i brevetti con un autore universitario si concentravano, nel periodo 1986-2000, per il 12% nelle telecomunicazioni e per il 9% nelle biotecnologie e nella farmaceutica (Meyer, 2003).

¹² Negli Usa il fenomeno del vertiginoso aumento della brevettazione nel campo biotecnologico è legato al massiccio finanziamento pubblico della ricerca nelle scienze della vita che ha indotto un'espansione della R&S nel settore biotecnologico delle imprese ed un crescente numero di innovazioni di prodotto (David, 2004).

a rivedere le priorità tra le varie attività professionali, e sarà inevitabilmente la didattica a soffrirne maggiormente.

Impatto sulla cultura della scienza aperta. Il ricorso ai diritti di proprietà intellettuale spinge i ricercatori a ridurre la propensione a condividere le esperienze ed i dati con i colleghi, a ritardare la pubblicazione dei risultati della ricerca, ad aumentare i costi di accesso al materiale di ricerca ed alle attrezzature, ecc.

Riduzione di attenzione per la ricerca di base e di lungo periodo. Questo tipo di impatto varia significativamente tra i vari settori scientifici. In alcuni casi, quali le biotecnologie o le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, la distinzione tra ricerca di base o di lungo periodo e ricerca applicata non ha molto significato. Tuttavia, in settori quali la fisica, in cui tale distinzione è più netta, la concentrazione delle risorse su progetti applicativi può avere conseguenze molto importanti sulla ricerca di base e di lungo periodo.

Rallentamento della ricerca futura. In teoria la legge sui brevetti consente ai ricercatori di usare le invenzioni brevettate per scopi di ricerca senza dover essere assoggettati a pagamenti di *royalties*. Tuttavia, questa eccezione può essere debole, ed è stata oggetto di restrizioni e contestazioni, e comunque limita il libero uso delle nuove conoscenze.

12. Alcuni segnali di riequilibrio del sistema

Da qualche tempo si scorgono alcuni segnali di azioni tendenti ad evitare che il pendolo oscilli troppo verso l'appropriazione privata dei risultati della ricerca e verso l'orientamento applicativo della ricerca a scapito di quella di base e di lungo periodo.

Un primo segnale viene dal comunicato finale della riunione dei ministri della ricerca dei paesi dell'Ocse del gennaio 2004, in cui si sollecitano i governi a vigilare affinché i diritti di proprietà intellettuale, a cominciare dai brevetti, non ostacolino al di là del necessario l'accesso alle nuove conoscenze, e ad assicurarsi che vengano adottate appropriate misure per garantire a tutti l'accesso ai dati relativi ai risultati della ricerca finanziata con risorse pubbliche (OECD, 2004).

Una seconda iniziativa da segnalare riguarda l'istituzione del Consiglio Europeo delle Ricerche. La proposta, che fa seguito ad un dibattito che si è sviluppato nel corso degli ultimi due anni nell'ambito della comunità scientifica europea, muove da una duplice esigenza: incrementare lo sforzo nella ricerca di base in Europa (è sempre più evidente il suo impatto sulle prestazioni dei sistemi economici, come riconosciuto in varie occasioni anche dal mondo industriale); incrementare il sostegno alla ricerca di base mediante un meccanismo di selezione dei progetti svolti da gruppi di ricerca in competizione tra loro a livello europeo. Il Consiglio Europeo delle Ricerche, agenzia simile alla National Science Foundation americana, dovrebbe essere un'istituzione sganciata dai processi decisionali di tipo politico-burocratico, e dovrebbe finanziare progetti proposti dai ricercatori su propria iniziativa, senza vincoli tematici, su argomenti di loro scelta, selezionati sulla base della loro eccellenza scientifica e valutati con il sistema della *peer review*¹³. Il bilancio previsto per il Consiglio è di circa 1 miliardo di Euro all'anno, che rappresenta una quota significativa del bilancio previsto per il VII Programma Quadro. Mentre buona parte dei

¹³ In uno dei documenti della Commissione europea (Commission of the European Communities, 2004) viene citato un passaggio del Rapporto Bush presentato nell'immediato dopoguerra, periodo in cui le politiche della ricerca dell'America e dell'Europa ponevano una particolare enfasi sulla ricerca di base: "Il progresso scientifico su un ampio spettro di temi è il risultato della libera interazione tra liberi intellettuali, impegnati su argomenti di loro scelta, spinti dalla curiosità per l'esplorazione dell'ignoto".

paesi europei si è mostrata favorevole alla costituzione del Consiglio, il governo italiano ha espresso forti perplessità sulla proposta¹⁴.

13. Conclusioni: per una ricerca “inutile”

Questo articolo muove dalla constatazione che nei tempi recenti i governi hanno spinto le istituzioni di ricerca pubbliche ad impegnarsi nella commercializzazione dei propri risultati. Tale richiesta viene giustificata con l'esigenza di far fronte ai crescenti costi della ricerca ed alla necessità di avvicinare il mondo accademico a quello delle imprese. Nell'articolo si sostiene che tali politiche non sono suffragate da sufficienti prove circa la correttezza degli obiettivi e l'appropriatezza degli strumenti. In particolare viene sottolineato come l'esperienza statunitense della legge Bayh-Dole non rappresenta un modello da imitare nei paesi europei anche perché i suoi effetti in termini di ritorni finanziari negli Stati Uniti sono del tutto da dimostrare. Allo stesso tempo si sottolinea che, se da un lato le università e gli enti pubblici di ricerca tradizionalmente intrattengono rapporti di collaborazione con la società ed in particolare con le imprese, gli svantaggi connessi ad una eccessiva spinta alla commercializzazione dei risultati della ricerca pubblica sono destinati a produrre effetti che possono comprometterne l'integrità e la missione principale: la generazione di nuove conoscenze per tutta la collettività e la formazione di specialisti allenati a risolvere problemi complessi. Si sostiene dunque che il pendolo sia oscillato troppo verso l'appropriazione dei risultati della ricerca e che sia necessario riportarlo verso la direzione della scienza quale bene pubblico finanziato dalla collettività. Dunque spostare l'enfasi dalla “ricerca utile” (alle imprese), alla “ricerca inutile” (utilizzabile, cioè, dalla società nelle sue varie espressioni e senza porre una sproporzionata enfasi sui diritti di proprietà intellettuale).

Nello specifico caso italiano il problema appare ancora più problematico, in quanto l'attività di trasferimento delle conoscenze a titolo oneroso verso il mondo produttivo risulta più difficile che in altri paesi a causa del ridotto numero di imprese ad alta tecnologia e di grandi dimensioni, che rappresentano il partner naturale per la ricerca avanzata dei laboratori di ricerca pubblici (Sterlacchini, 2004). Specularmente, è verosimile che, data la scarsa propensione del sistema produttivo italiano ad innovare alla frontiera della tecnologia, i profitti dell'applicazione delle invenzioni scaturite dalla ricerca pubblica possano essere di entità tale da non contribuire significativamente alle necessità di mantenimento in funzione della ricerca pubblica. Di conseguenza, si suggerisce di mutare l'indirizzo delle politiche pubbliche recenti: abbandonare l'illusione che i fondi privati possano rappresentare una fonte di finanziamento importante per la ricerca pubblica e tornare al finanziamento pubblico quale strumento prioritario che, solo, può garantire l'efficienza e l'efficacia di un sistema estremamente delicato quale l'università e gli enti di ricerca, che rappresenta un patrimonio dell'intera collettività.

¹⁴ Nel contributo italiano alla discussione si legge che “La proposta di finanziare singoli gruppi di ricerca di base (...) che si distinguano per capacità ed eccellenza del lavoro svolto, può essere accettata per interventi mirati a situazioni particolari (...). Tuttavia, poiché queste situazioni sono l'eccezione piuttosto che la regola, il finanziamento di questo tipo di attività deve rappresentare una limitata percentuale dei fondi europei di ricerca. Per finanziamenti di questa entità non appare giustificata la creazione di una nuova struttura come il Consiglio Europeo delle Ricerche”. (MIUR, 2004b). Va peraltro fatto rilevare come né il governo, né gli enti di ricerca pubblici, hanno avviato, come in altri paesi, una riflessione sui pro e sui contro della proposta tra i membri della comunità scientifica nazionale.

ALLEGATO 1

LA MISURAZIONE DELLA R&S. IL MANUALE DI FRASCATI¹⁵

Traduzione a cura di Anna Villa

Ai fini statistici vengono misurati due input: la spesa per R&S e il personale addetto alla R&S. Normalmente entrambi vengono misurati su base annuale: l'ammontare delle spese durante l'anno, la quantità di personale utilizzato durante l'anno. Entrambe le serie presentano punti di forza e di debolezza, e di conseguenza è necessario considerarle entrambe per assicurare una adeguata rappresentazione degli sforzi profusi per l'attività di R&S.

La grandezza fondamentale è la "spesa intramurale", cioè tutte le spese per R&S realizzate all'interno di un'unità statistica o di un settore dell'economia. Nella misurazione viene ricompresa sia la spesa corrente che quella in conto capitale. Nel caso del settore pubblico, la spesa si riferisce al finanziamento diretto piuttosto che a quello indiretto attraverso incentivi fiscali.

Il principale aggregato utilizzato per le comparazioni internazionali è la Spesa nazionale lorda per R&S (GERD in inglese), che rappresenta il totale delle spese per R&S pubbliche e private di un paese in un dato anno (include le spese per R&S sostenute all'interno anche se finanziata dall'estero, ma esclude i fondi erogati all'estero, in particolare alle organizzazioni internazionali). La grandezza corrispondente utilizzata per il personale non ha una dicitura specifica. Comprende tutto il personale che lavora nella R&S (calcolato in Equivalente pieno) sul territorio nazionale in un dato anno. Le comparazioni internazionali a volte vengono ristrette ai soli ricercatori (o ai laureati) in considerazione del fatto che i ricercatori rappresentano il vero "cuore" del sistema della ricerca.

I confini della R&S: principi generali

Ai fini della misurazione, la R&S deve essere distinta dalla vasta gamma di attività che hanno una base scientifica e tecnologica. Queste altre attività sono collegate molto strettamente alla R&S sia attraverso i flussi di informazioni che in termini di operazioni, istituzioni e personale ma che dovrebbero, per quanto possibile, essere escluse dalla misurazione della R&S.

La R&S vera e propria si distingue dalle attività correlate per una notevole componente di innovazione e per la capacità di risolvere alcune problematiche scientifiche o tecnologiche, come nei casi in cui la risoluzione di un problema potrebbe non essere immediatamente chiara persino a qualcuno con una certa familiarità, con le relative competenze e con il bagaglio tecnico necessario.

Un aspetto di questo criterio è che un particolare progetto potrebbe risultare di R&S se intrapreso per un motivo, ma non considerato di R&S se svolto per altri motivi. Questo viene mostrato nei seguenti esempi.

¹⁵ In questo Allegato sono riportate alcune parti del volume: OECD, Frascati Manual. Proposed Standards Practice for Surveys on Research and Experimental Development. OECD, 2002.

In campo medico, l'autopsia di routine condotta in caso di morte è semplicemente una pratica sanitaria e non R&S; analisi specifiche su uno specifico tasso di mortalità al fine di stabilire gli effetti collaterali di una determinata terapia per combattere il cancro è R&S. Analogamente i test di routine come le analisi del sangue e i test batteriologici effettuati dai medici non sono R&S, ma un programma specifico di analisi del sangue condotto prima dell'introduzione di un nuovo farmaco è R&S.

Osservare giornalmente i valori delle temperature o la pressione atmosferica non è R&S, ma piuttosto un operazione di previsione del tempo o una raccolta di dati. L'analisi di un nuovo metodo per misurare la temperatura è R&S, così come lo studio e lo sviluppo di nuovi sistemi e tecniche per interpretare i dati.

L'attività di R&S nel settore dell'ingegneria meccanica spesso si collega con il lavoro di progettazione e di grafica. Generalmente in questo settore nelle piccole e medie imprese non ci sono reparti dedicati alla R&S, e i problemi di ricerca di solito vengono affrontati dal personale che si occupa della progettazione e della grafica. Se i calcoli, la progettazione, il lavoro di grafica e le modalità operative vengono effettuati ai fini della realizzazione e messa in funzionamento di progetti pilota e prototipi, allora possono essere incluse nella R&S. Se vengono portate avanti per la preparazione, esecuzione o mantenimento di produzioni standardizzate o per promuovere la vendita di prodotti ne devono essere escluse.

Nel campo del software dei sistemi, i singoli progetti non possono essere considerati R&S ma la loro aggregazione in un progetto più vasto potrebbe giustificarne l'inclusione. Per esempio modifiche nella struttura dei file e nelle interfacce per l'utente in un processore di quarta generazione potrebbero diventare necessari in seguito all'introduzione della tecnologia relazionale. I singoli cambiamenti non possono essere considerati R&S se presi individualmente, ma un intero progetto di introduzione di modifiche può portare alla risoluzione di quesiti di natura scientifica o tecnologica ed essere quindi classificato come R&S.

R&S, istruzione e formazione

Tutta l'istruzione e la formazione del personale nelle scienze naturali, nell'ingegneria, nella medicina, nell'agricoltura, nelle scienze sociali ed umane nelle università e negli istituti di alta formazione e di formazione universitaria possono essere escluse. Tuttavia la ricerca condotta da studenti nelle università andrebbe considerata, dove possibile, come parte della R&S.

Nelle istituzioni di alta formazione ricerca e insegnamento sono sempre strettamente collegate, in quanto il personale accademico conduce entrambe le attività, e tanto le strutture quanto le attrezzature sono utilizzate per entrambi gli scopi.

È difficile stabilire dove finisce l'attività di istruzione e formazione del personale di alta formazione e dei loro studenti e dove comincia quella di R&S, poiché i risultati della ricerca vengono trasferiti nell'insegnamento, mentre le informazioni e l'esperienza accumulate nell'insegnamento spesso rappresentano un input per la ricerca. Quella di R&S è un'attività in cui l'elemento di novità la distingue dall'insegnamento di routine da altre attività collegate al lavoro. Tuttavia decidere quando considerare o meno R&S quelle attività scientifiche che sono il sottoprodotto delle attività di istruzione e formazione crea un problema.

Nei paesi in cui le persone in possesso di titolo post-laurea sono un gruppo riconosciuto, la linea di confine fra la R&S e la loro istruzione e formazione è particolarmente difficile da stabilire. Devono essere prese in considerazione sia le attività degli studenti con titoli post-laurea che dei loro professori.

Per ottenere un titolo di livello post-laurea (ISCED 7) gli studenti sono tenuti a provare la propria competenza intraprendendo un progetto o uno studio in relativa autonomia e a presentarne i risultati. Generalmente questi studi contengono quegli elementi di novità propri dei progetti di R&S. Questo genere di attività degli studenti deve quindi essere considerata R&S, come pure ogni supervisione da parte dei professori. In aggiunta alla R&S svolta all'interno dei

corsi che fanno parte dell'istruzione post-laurea, sia per gli studenti che per i professori è possibile partecipare ad altri progetti di R&S.

Strettamente collegato al problema dell'identificazione dell'elemento di R&S nel lavoro degli studenti dei corsi post-laurea, c'è quello dell'individuazione della quota di tempo di R&S del supervisore accademico passata supervisionando gli stessi studenti e i loro progetti di ricerca.

Le attività di supervisione devono essere incluse nella R&S soltanto se possono essere considerate equivalenti alla direzione ed amministrazione di uno specifico progetto di R&S, contengono un sufficiente elemento di novità ed hanno come obiettivo la produzione di nuove conoscenze. In questi casi vanno considerate come R&S sia la supervisione da parte dei membri accademici dello staff che il lavoro degli studenti. Se la supervisione riguarda soltanto il mero insegnamento dei metodi di R&S e la lettura e la correzione di tesi e dissertazioni o il lavoro degli studenti non ancora laureati, deve essere esclusa dalla R&S.

La formazione personale del personal accademico include il tempo speso in attività come quelle di formazione continua, partecipazioni a conferenze, seminari, ecc. Soltanto la formazione effettuata specificatamente per un progetto di ricerca deve essere considerata un'attività di R&S.

R&S ed altre attività scientifiche e tecnologiche collegate

Le istituzioni o le unità di istituzioni e imprese la cui attività principale è la R&S spesso svolgono attività secondarie che non sono di R&S (come l'informazione tecnica e scientifica, le prove tecniche, il controllo di qualità, analisi tecniche). Ne consegue che nel momento in cui un'attività secondaria viene intrapresa principalmente nell'interesse della R&S deve essere inclusa nelle attività di R&S; tuttavia, se l'attività secondaria viene svolta essenzialmente per soddisfare altre esigenze diverse dalla R&S, deve essere esclusa dalla R&S.

Le istituzioni il cui scopo principale è lo svolgimento di un'attività scientifica collegata alla R&S spesso intraprendono alcune attività di ricerca in relazione a questa attività. Quando si misura la R&S, queste attività devono essere identificate ed incluse.

Le attività di un servizio di informazione scientifica e tecnica o della biblioteca di un centro di ricerca, sviluppate principalmente a vantaggio dei ricercatori che lavorano nei laboratori, devono essere incluse nella R&S. Le attività di un centro di documentazione di un'impresa aperto a tutto lo staff dell'impresa stessa devono essere escluse dalla R&S anche se condividono il sito con l'unità di ricerca dell'impresa. Analogamente, le attività delle biblioteche universitarie devono essere escluse dalla R&S.

Enti pubblici e organizzazioni di consumatori spesso gestiscono laboratori il cui scopo principale è quello di effettuare prove tecniche e standardizzazione. Il personale di questi laboratori può inoltre concentrarsi sullo sviluppo di nuovi metodi di prova oppure in fase perfezionamento. Queste attività devono essere incluse nella R&S.

La difficoltà insita nell'esplorazione dello spazio consiste nel fatto che, per alcuni aspetti, alcune delle attività inerenti possono essere considerate di routine: certamente la maggior parte delle spese viene effettuata per l'acquisto di beni e servizi che esulano la R&S. Tuttavia l'oggetto di tutte le attività di esplorazione spaziale è l'incremento delle conoscenze quindi tale attività deve essere inclusa interamente in R&S. Potrebbe essere necessario separare le attività associate all'esplorazione spaziale, incluso lo sviluppo di veicoli, attrezzature ed equipaggiamento tecnico, da quelle utilizzate in attività di routine come il posizionamento di satelliti orbitanti o l'installazione di stazioni di rilevamento e comunicazione.

L'attività di estrazione e la prospezione a volte causano problemi dovuti alla confusione linguistica fra la ricerca di risorse nuove o sostanzialmente migliori (cibo, energia) e la ricerca di riserve di risorse naturali esistenti, una confusione che offusca la distinzione fra R&S e rilevazione e prospezione. Le attività di rilevazione e prospezione delle imprese commerciali saranno quasi

interamente escluse dalla R&S. Per esempio scavare un pozzo esplorativo per valutare le risorse di un giacimento deve essere considerato un servizio scientifico e tecnologico.

Scienze sociali e sistemi sociali

Per sostenere le proprie attività di ricerca, le scienze sociali ed umane attingono da discipline e metodologie al di fuori del proprio campo più di altre scienze. In particolare, la matematica e la statistica vengono utilizzate in quasi tutte le ricerche condotte in campo economico e sociale. Anche discipline come la psicologia, la geografia e l'antropologia dipendono dalle metodologie di altre scienze ad esse collegate come la psicologia clinica, la geologia e l'anatomia. La ricerca in campo economico e sociale è caratterizzata da una forte interdisciplinarietà, con, a volte, confini piuttosto labili fra le singole discipline. Una definizione che comprenda la componente di R&S delle scienze sociali e umanistiche deve essere più ampia di quella coniata per le scienze naturali e l'ingegneria, a causa dell'impiego di differenti metodologie di ricerca.

Il Manuale ha fatto molta strada verso la soluzione di questo problema grazie all'introduzione della voce "conoscenza dell'uomo, della cultura e della società" nella definizione di R&S. Anche in questo caso il criterio fondamentale per la definizione dei confini fra le attività di R&S e quelle scientifiche di routine ad essa collegate deve essere l'elemento di novità insito nella R&S. Queste attività collegate possono essere incluse nella R&S solo se vengono intraprese in quanto parte integrante di uno specifico progetto di ricerca o a beneficio di un progetto di ricerca specifico. Perciò ci sono alcune aree di studio in cui gli scienziati sociali portano metodologie e fatti stilizzati delle scienze sociali che si riferiscono ad un particolare problema che non possono essere classificati come ricerca. Di seguito vengono riportati alcuni esempi di lavori che potrebbero ricadere in questa categoria, ma che non sono R&S: un commento sui probabili effetti economici di un cambiamento nella struttura fiscale attraverso l'utilizzo di dati economici esistenti; la previsione dei cambiamenti futuri sul modello della domanda di servizi sociali derivanti da un'alterazione della struttura demografica in una specifica area geografica; la ricerca operativa come contributo al processo di *decision making*, per esempio nella pianificazione del sistema di distribuzione ottimale per un'impresa; l'utilizzo di tecniche standard della psicologia per selezionare e classificare il personale delle imprese e militare, gli studenti, ecc. o per effettuare test su bambini con difficoltà nella lettura o di altro tipo.

Gli studi collegati all'elaborazione di politiche in generale devono essere esclusi. In questo contesto, il concetto di *policy* non si riferisce soltanto alle politiche nazionali ma anche alle politiche a livello regionale e locale, così come a quelle attuate per sostenere l'attività economica delle imprese. Gli studi che si riferiscono agli interventi di *policy* coprono un raggio di attività che va dall'analisi alla valutazione di programmi, politiche, attività delle strutture pubbliche esistenti e di altre istituzioni; il lavoro delle unità che si occupano dell'analisi e del monitoraggio dei fenomeni esterni (ad esempio difesa e sicurezza); il lavoro di commissioni d'inchiesta che si riguardano il governo centrale o alcuni reparti o operazioni.

In generale, ma più in particolare nel campo delle scienze sociali, lo scopo degli studi condotti è di preparare la strada alle decisioni che devono essere prese da *policy maker* a qualsiasi livello di governo (centrale, regionale, locale) o nelle imprese industriali o commerciali. Solitamente in questi studi vengono utilizzate soltanto metodologie consolidate ma qualche volta, per elaborare modelli operativi, è necessario modificare le metodologie esistenti o svilupparne di nuove che richiedono un considerevole sforzo di ricerca. In teoria queste modifiche o sviluppi devono essere considerati parte della R&S, ma occorre essere consapevoli delle difficoltà connesse alla valutazione di cosa considerare parte della R&S in un dato studio. In pratica, nonostante i problemi tecnici e concettuali, può essere fattibile o includere gli studi che possiedono un considerevole elemento di ricerca interamente alla ricerca, o tentare di stimare la proporzione di ricerca presente nello studio e dunque considerarla come R&S. Al fine di determinare se una particolare attività possa essere considerata R&S o essere ad essa attribuita, è irrilevante se essa venga etichettata come studio o il rapporto finale sulle attività svolte sia

chiamato studio. Se una particolare attività rientra nella definizione di R&S allora verrà considerata come tale ed attribuita alla R&S; altrimenti verrà esclusa.

R&S e sviluppo di software

Affinché un progetto per lo sviluppo di un software venga classificato come R&S, la sua esecuzione deve dipendere dallo sviluppo di un avanzamento scientifico o tecnologico, e lo scopo del progetto deve essere la risoluzione di un problema scientifico o tecnologico su base sistematica. Oltre al software che è parte di un progetto che complessivamente attiene la R&S, la ricerca e sviluppo associata al software come prodotto finale deve essere classificata come R&S.

Lo sviluppo del software è parte integrante di molti progetti che non presentano elementi di R&S. La componente dello sviluppo del software di alcuni progetti ad ogni modo può essere classificata come R&S se si verifica un progresso nel campo del software. I progressi nel software normalmente sono più incrementali che rivoluzionari. Dunque, un aggiornamento, un'aggiunta o un cambiamento di un programma o sistema esistente può essere classificato come R&S se produce un avanzamento scientifico o tecnologico che si traduce in un aumento dello stock di conoscenza. Tuttavia l'utilizzo del software per una nuova applicazione o per un nuovo obiettivo non costituisce di per se stesso un avanzamento delle conoscenze.

Le attività di routine connesse al software non vanno considerate R&S. Tali attività di routine includono lo sviluppo di specifici sistemi o programmi disponibili prima dell'inizio del lavoro. I problemi tecnici che sono stati superati in progetti precedenti che riguardavano lo stesso sistema operativo e l'architettura del computer sono ugualmente esclusi. Attività collegate allo sviluppo di software che non comportano progressi scientifici o tecnologici come quelle elencate di seguito non vanno classificate come R&S:

- sistemi di supporto esistenti;
- conversione o traduzione dei linguaggi macchina;
- aggiunta di funzionalità per l'utente a programmi applicativi;
- de-bugging dei sistemi;
- adattamento di software esistenti;
- preparazione della documentazione per l'utente.

Non è inclusa l'ordinaria manutenzione del computer, come pure il controllo di qualità, la raccolta dati ordinaria, le ricerche di mercato.

Problemi relativi al confine fra R&S e altre attività industriali

Bisogna stare attenti ad escludere attività che, anche se indubbiamente fanno parte del processo innovativo, implicano di rado qualsiasi attività di R&S, come brevetti e licenze, ricerche di mercato, inizio della produzione, ingegnerizzazione e riprogettazione del processo produttivo. Alcune attività come l'ingegnerizzazione, lo sviluppo del processo, la progettazione e costruzione del prototipo possono contenere un elemento significativo di R&S, perciò diventa difficile identificare precisamente cosa deve o non deve essere definito R&S. Questo è particolarmente vero per le industrie della difesa e civili di grandi dimensioni come quella aerospaziale. Si possono incontrare analoghe difficoltà nei servizi pubblici basati sulla tecnologia nel separare attività come l'ispezione e il controllo dalla R&S, come ad esempio nel campo dell'alimentazione e della farmaceutica.

Probabilmente la causa principale di errori di misurazione della R&S risiede nella difficoltà ad identificare il punto di confine fra lo sviluppo sperimentale e le attività connesse alla realizzazione dell'innovazione. È difficile definire con precisione quando termina lo sviluppo sperimentale ed

inizia la pre-produzione, come la produzione di modelli dimostrativi e di prova, e la produzione che è applicabile in tutti i contesti industriali. Potrebbe essere necessario stabilire una serie di convenzioni o criteri a seconda del tipo di settore industriale. In origine il criterio fondamentale elaborato dalla National Science Foundation americana fornisce un criterio di base per esprimere un giudizio nei casi difficili.

“Se l’obiettivo principale è aggiungere ulteriori avanzamenti tecnici al prodotto o al processo, allora l’attività ricade all’interno della definizione di R&S. Se, d’altro canto, il prodotto, il processo o l’approccio sono sostanzialmente noti e acquisiti e l’obiettivo principale è lo sviluppo di mercati, piani di pre-produzione, o la realizzazione di un sistema di produzione o controllo che funzioni in maniera appropriata, allora l’attività non può essere considerata R&S.”

Di seguito vengono descritte alcune aree che presentano problematicità nella definizione di R&S.

Un *prototipo* è un modello originale costruito per incorporare tutte le caratteristiche tecniche e le prestazioni di un nuovo prodotto. Per esempio se è stata realizzata una pompa speciale per liquidi corrosivi, occorrono diversi prototipi per effettuare le prove con diverse sostanze chimiche. Si attiva dunque un processo di retroazione tale che, se i test sul prototipo si rivelano un insuccesso, i risultati possono essere utilizzati per l’ulteriore sviluppo della pompa. Normalmente la progettazione, la costruzione e la prova dei prototipi ricadono nell’ambito della R&S. La costruzione di diverse copie di un prototipo per rispondere ad un’esigenza in campo commerciale, militare o medico dopo che i test sull’originale hanno avuto successo non fa parte della R&S, anche se tale attività viene svolta dal personale di ricerca.

La costruzione e messa in opera di un *impianto pilota* è parte della R&S purché le finalità principali siano l’acquisizione di esperienza e la raccolta di dati tecnici o di altra natura. Ma se l’impianto pilota, terminata la fase sperimentale, diventa operativo come una normale unità di produzione commerciale, non potrà più essere annoverato tra le attività di R&S.

I *progetti di grandi dimensioni*, di cui la difesa e l’aerospazio rappresentano i due esempi più significativi, generalmente coprono uno spettro di attività che va dallo sviluppo sperimentale alla preproduzione. In queste circostanze l’organizzazione che finanzia o esegue il progetto spesso non è in grado di distinguere la R&S dalle altre voci di spesa. Questa distinzione fra spesa in R&S e non-R&S è particolarmente importante per quei paesi in cui una larga quota dei finanziamenti pubblici in R&S vengono indirizzati alla difesa.

È molto importante analizzare con attenzione la natura di costosi impianti pilota o i prototipi, come la prima di una nuova serie di centrali nucleari o di rompighiaccio. Essi infatti possono essere costruiti quasi completamente attraverso l’utilizzo di materiali e tecnologie esistenti, e spesso vengono costruiti sia per lo scopo di R&S che per fornire il servizio primario d’interesse (la produzione di energia o la rottura del ghiaccio). La costruzione di tali impianti e prototipi non deve essere interamente attribuita alla R&S.

Dopo che un prototipo è stato testato in modo soddisfacente, e modificato se necessario, si passa alla *fase di avvio della produzione*. Si tratta di un processo legato alla produzione su larga scala; essa può consistere in modifiche di prodotto o di processo, o in percorsi di riqualificazione del personale sull’uso del nuovo metodo o del nuovo macchinario. A meno che la fase di avvio della produzione non implichi un’ulteriore attività di progettazione ed ingegnerizzazione, non deve essere considerata come R&S, in quanto l’obiettivo principale non è più l’apporto di ulteriori miglioramenti al prodotto ma l’avvio del processo produttivo. Le prime unità di una produzione di prova non devono essere considerate come prototipi frutto della R&S anche se vengono talvolta descritti come tali.

L’*eliminazione dei problemi* occasionalmente fa emergere la necessità di ulteriore R&S, ma più spesso attiene alla scoperta di problemi nelle attrezzature o nei processi e si conclude con modifiche marginali nei prodotti e processi standard. Ad ogni modo non deve essere inclusa nella R&S.

Dopo che un nuovo prodotto o un nuovo processo viene trasferito nelle unità produttive, ci saranno ancora problemi tecnici da risolvere, alcuni dei quali potrebbero richiedere un’ulteriore attività di R&S. Questa R&S retroattiva deve essere inclusa.

La grande quantità di lavoro di *progettazione* in un settore industriale è indirizzata verso i processi produttivi e in quanto tale non viene classificata come R&S. Tuttavia vi sono alcune fasi

del lavoro di progettazione che devono essere incluse nella R&S: queste includono progetti e disegni mirati a definire metodi, specificare tecniche e caratteristiche operative necessarie per la concezione, lo sviluppo e la produzione di nuovi prodotti e processi.

Nella maggioranza dei casi le fasi di *attrezzaggio (tooling-up)* e *ingegnerizzazione* dei progetti vengono considerate come parti del processo produttivo. Tuttavia, se il processo di attrezzaggio e di ingegnerizzazione si risolve in un'ulteriore attività di R&S, come la produzione di macchinari e strumenti, cambiamenti nella produzione e nelle procedure di controllo della qualità, o lo sviluppo di nuovi metodi e standard, allora queste attività vanno classificate come R&S.

Le definizioni principali

Attività di ricerca e sviluppo (R&S)

Complesso di lavori creativi intrapresi in modo sistematico sia per accrescere l'insieme delle conoscenze (compresa la conoscenza dell'uomo, della cultura e della società), sia per utilizzare dette conoscenze per nuove applicazioni.

Ricerca di base

Lavoro sperimentale o teorico intrapreso principalmente per acquisire nuove conoscenze sui fondamenti dei fenomeni e dei fatti osservabili, non finalizzato ad una specifica applicazione o utilizzazione.

Ricerca applicata

Lavoro originale intrapreso al fine di acquisire nuove conoscenze e finalizzato anche e principalmente ad una pratica e specifica applicazione.

Sviluppo sperimentale

Lavoro sistematico, basato sulle conoscenze acquisite attraverso la ricerca e l'esperienza pratica, condotto al fine di produrre nuovi materiali, prodotti e servizi, di installare nuovi processi, sistemi e servizi, o di migliorare significativamente quelli già prodotti o installati.

Addetto ad attività di R&S

Persona occupata in un'unità giuridico-economica, come lavoratore indipendente o dipendente (a tempo pieno, a tempo parziale o con contratto di formazione e lavoro), anche se temporaneamente assente (per servizio, ferie, malattia, sospensione dal lavoro, Cassa integrazione guadagni ecc.) direttamente impegnata in attività di R&S. Comprende i dipendenti sia a tempo determinato che indeterminato, i collaboratori con rapporto di collaborazione coordinata e continuativa, i consulenti direttamente impegnati in attività di R&S *intra-muros* e i percettori di assegno di ricerca.

Ricercatori

Scienziati, ingegneri e specialisti delle varie discipline scientifiche impegnati nell'ideazione e nella creazione di nuove conoscenze, prodotti e processi, metodi e sistemi, inclusi anche i manager e gli amministratori impegnati nella pianificazione e nella direzione degli aspetti tecnici di un lavoro di ricerca.

Altro personale di ricerca

Comprende tutto il personale di supporto all'attività di ricerca: operai specializzati o generici, personale impiegatizio e di segreteria.

Equivalente tempo pieno (Etp)

Quantifica il tempo medio annuale effettivamente dedicato all'attività di ricerca. Così, se un addetto a tempo pieno in attività di ricerca ha lavorato per soli sei mesi nell'anno di riferimento, dovrà essere conteggiato come 0,5 unità "equivalente tempo pieno". Similmente, se un addetto a tempo pieno ha dedicato per l'intero anno solo metà del suo tempo di lavoro ad attività di ricerca dovrà essere ugualmente conteggiato come 0,5 unità di "equivalente tempo pieno". Di conseguenza, un addetto impiegato in attività di ricerca al 30 per cento del tempo lavorativo contrattuale più un addetto impiegato al 70 per cento corrispondono a una unità in termini di "equivalente tempo pieno".

Spese intramurali

Questa grandezza rappresenta l'ammontare della spesa per attività di R&S svolta all'interno di un'unità di rilevazione o di un settore dell'economia in un dato periodo di tempo, qualunque sia la fonte di finanziamento.

Spese in conto capitale

Rappresentano l'ammontare della spesa annuale lorda sostenuta per il capitale fisso utilizzato nei programmi di R&S all'interno delle unità di rilevazione. Queste devono essere riportate per intero per il periodo in cui vengono sostenute e non includono gli ammortamenti.

Spese extramurali

La spesa extramurale rappresenta la somma delle spese che un'unità, organizzazione o settore paga o commissiona a pagamento a un'altra unità, organizzazione o settore per svolgere l'attività di R&S in un dato periodo. Ciò include l'acquisto di R&S svolta da un'altra unità e finanziamenti dati all'esterno per lo svolgimento della R&S.

Spesa lorda nazionale per R&S

Misura la spesa totale per l'attività di R&S intramurale svolta a livello nazionale in un dato periodo.

ALLEGATO 2

LA MISURAZIONE DELL'INNOVAZIONE NELLE IMPRESE. IL MANUALE DI OSLO¹

Traduzione a cura di Anna Villa

1.3. Ambito di interesse del Manuale

Il Manuale di Oslo riguarda soltanto l'innovazione nel settore delle imprese; tratta dell'innovazione a livello d'impresa; riguarda quattro tipi di innovazione: di prodotto, di processo, organizzativa e di marketing; riguarda la diffusione dell'innovazione fino a "nuovo per l'impresa".

1.3.1. I settori considerati

L'innovazione può aver luogo in qualsiasi settore dell'economia, inclusi i servizi pubblici come la salute e l'istruzione. Le linee guida del Manuale, tuttavia, sono sostanzialmente mirate alla misurazione dell'innovazione nel settore delle imprese. Questo include il settore manifatturiero, le industrie primarie e il settore dei servizi.

L'innovazione è importante anche per il settore pubblico. Tuttavia, si conosce abbastanza poco dei processi innovativi nei settori non orientati al mercato. Resta ancora molto da fare per studiare l'innovazione e sviluppare un quadro teorico per la raccolta dei dati sull'innovazione nel settore pubblico. Questo lavoro potrà costituire la base per l'elaborazione di un altro manuale.

1.3.2. L'innovazione a livello di impresa

Il Manuale riguarda la raccolta dei dati sull'innovazione al livello di impresa. Non riguarda i cambiamenti nell'industria o nell'economia nel suo complesso come l'emergere di un nuovo mercato, lo sviluppo di una nuova fonte di materie prime e di nuovi prodotti semilavorati, o la riorganizzazione di un comparto industriale. Tuttavia, in alcuni casi è possibile stimare cambiamenti a livelli di settore industriale o di intera economia come, per esempio, l'emergere di un nuovo mercato o la riorganizzazione di un settore, mediante l'aggregazione dei dati relativi alle singole imprese.

I primi tre capitoli del Manuale utilizzano il termine generico di "impresa". Una definizione statistica specifica del termine viene data nel quarto capitolo, che tratta delle classificazioni. La specifica definizione usata in uno studio o in una rilevazione statistica può influenzare i risultati: ad esempio le filiali di una impresa multinazionale possono essere organizzate in modi differenti, oppure una multinazionale può introdurre un certo tipo di innovazione paese per paese, mercato per mercato, o simultaneamente all'interno dell'intero gruppo.

¹ In questo Allegato vengono riportati alcuni estratti del volume: OECD-Eurostat, *Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*, Paris: OECD, 2005, nonché del questionario dell'ISTAT impiegato per raccogliere le statistiche in Italia.

1.3.3. Tipi di innovazione

Un'impresa per migliorare la produttività o le prestazioni commerciali può modificare in molti modi i suoi metodi di lavoro, l'utilizzo dei fattori di produzione, il tipo di output. Il Manuale definisce quattro tipi di innovazione, che coprono un vasto raggio di cambiamenti possibili nelle attività dell'impresa: innovazioni di prodotto, innovazioni di processo, innovazioni organizzative e innovazioni di marketing.

Le definizioni complete dei tre tipi di innovazione vengono riportate nella parte finale del capitolo. L'innovazione di prodotto comporta cambiamenti significativi delle caratteristiche e nell'uso dei beni e dei servizi. La definizione include sia beni e servizi completamente nuovi che quelli significativamente migliorati. L'innovazione di processo riguarda cambiamenti significativi nella produzione e nei metodi di erogazione.

L'innovazione organizzativa riguarda l'adozione di nuovi metodi organizzativi. Questi possono consistere in cambiamenti nelle prassi aziendali, nell'organizzazione del lavoro o nelle relazioni esterne dell'impresa. L'innovazione di marketing riguarda lo sviluppo di nuove strategie commerciali. Queste possono includere cambiamenti nel design e nel confezionamento dei prodotti, nella promozione dei prodotti e nel loro collocamento sul mercato, e nei metodi di determinazione del prezzo dei beni e servizi venduti.

Un rilevante problema allorché viene ampliata la definizione di innovazione riguarda il mantenimento della continuità con la definizione di innovazione tecnologica di prodotto e di processo (TPP) contenuta nella precedente versione del Manuale. Tuttavia, la decisione di includere il settore dei servizi richiede alcune modifiche marginali nelle definizioni di innovazione di prodotto e di processo che riflettano le attività innovative nel settore dei servizi in modo più adeguato e che ne riducano l'orientamento al settore manifatturiero. Le definizioni revisionate del presente Manuale rimangono del tutto comparabili con le precedenti (TPP).

Uno dei cambiamenti consiste nella eliminazione del termine "tecnologico" dalle definizioni, in quanto questo termine solleva la preoccupazione che molte imprese attive nel settore dei servizi potrebbero interpretare l'aggettivo "tecnologico" nel senso di "che utilizza attrezzature e macchinari ad alta tecnologia", e dunque la definizione non risulterebbe applicabile a molte delle loro innovazioni di processo e di prodotto.

1.3.4. Diffusione e grado di novità delle innovazioni

Il Manuale tratta dei cambiamenti che comportano per l'impresa un livello di novità significativo. Esclude cambiamenti minori o che non siano caratterizzati da un sufficiente grado di novità. Tuttavia, non è necessario che l'innovazione sia stata sviluppata all'interno dell'impresa, ma può essere stata acquisita da altre imprese o istituzioni mediante il processo di diffusione.

La diffusione è il modo con cui le innovazioni si trasmettono, attraverso canali di mercato o non di mercato, dalla loro prima realizzazione ai vari consumatori, paesi, regioni, settori, mercati e imprese. Senza diffusione un'innovazione non ha alcun impatto economico. Il requisito minimo affinché un cambiamento nei prodotti o nei processi dell'impresa siano considerato un'innovazione è che sia nuovo (o significativamente migliorato) per l'impresa. Nel terzo capitolo vengono discussi tre ulteriori concetti relativi alla novità delle innovazioni: nuove per il mercato, nuove per il mondo, innovazioni "dirompenti".

Vi sono due ragioni principali per l'utilizzo del criterio "nuovo per l'impresa" come requisito minimo richiesto ad un'innovazione. In primo luogo, l'adozione delle innovazioni è importante per il sistema d'innovazione nel suo complesso. Essa riguarda un flusso di conoscenze verso l'impresa ricevente. Inoltre, il processo di apprendimento che segue l'adozione di un'innovazione può condurre a suoi successivi miglioramenti ed allo sviluppo di nuovi prodotti, processi o ad

altre innovazioni. Secondariamente, l'impatto principale dell'innovazione sull'attività economica scaturisce dalla diffusione dell'innovazione iniziale ad altre imprese. La diffusione viene "catturata" includendo le innovazioni che sono nuove per l'impresa.

Il Manuale non include la diffusione di una nuova tecnologia ad altre divisioni o parti di un'impresa dopo che la nuova tecnologia è stata adottata o commercializzata. Per esempio, la prima introduzione di una nuova tecnologia di produzione in una delle cinque fabbriche possedute dallo stessa impresa è considerata un'innovazione, mentre non lo è l'adozione della stessa tecnologia nei rimanenti quattro impianti di produzione.

1.4. La raccolta dei dati su questioni chiave

1.4.1. Le attività innovative e la spesa per l'innovazione

Le attività innovative includono tutte le attività scientifiche, tecnologiche, organizzative, finanziarie e commerciali che conducono, o sono destinate a condurre, alla realizzazione dell'innovazione. Alcune di queste attività possono essere intrinsecamente innovative, mentre altre non costituiscono una novità ma sono necessarie alla realizzazione dell'innovazione.

L'innovazione comprende diverse attività che non sono incluse nella R&S, come le fasi successive allo sviluppo per la pre-produzione, la produzione e la distribuzione, le attività di sviluppo con un grado di novità inferiore, le attività di supporto come la formazione e la preparazione del mercato, e le attività per lo sviluppo e la realizzazione dell'innovazione come le nuove strategie di marketing o i nuovi modelli organizzativi che non sono innovazioni di prodotto o di processo. Le attività innovative possono includere anche l'acquisizione dall'esterno di conoscenze o beni capitali che non sono parte della R&S. Una suddivisione dettagliata delle attività innovative e la relativa descrizione, nonché le questioni inerenti la loro misurazione, viene riportata nella parte finale del Capitolo.

In un dato periodo di tempo, le attività innovative di un'impresa possono essere di tre tipi:

- *di successo* nell'essersi concluse con la realizzazione di una nuova innovazione (anche se non coronata dal successo a livello commerciale);
- *in corso*, un lavoro in corso d'opera, che non si è ancora concluso con la realizzazione di un'innovazione;
- *abbandonata* prima della realizzazione di un'innovazione.

Le spese per l'innovazione vengono calcolate sulla base della somma di questi tre tipi di attività in un dato periodo di tempo. Un modo alternativo è quello di raccogliere informazioni sulla spesa totale per le attività relative alle singole innovazioni. Le imprese trovano difficoltoso reperire i dati indipendentemente dall'approccio utilizzato; tuttavia i dati sulle spese per l'innovazione sono essenziali per l'analisi economica. Si spera che, con gli esercizi successivi, le imprese valuteranno che è nel loro interesse stimare i costi delle attività innovative.

1.4.2. Fattori che influenzano l'innovazione

Le imprese possono impegnarsi nell'innovazione per diversi motivi. I loro obiettivi possono riguardare i prodotti, i mercati, l'efficienza, la qualità o l'abilità di imparare e di introdurre cambiamenti. Identificare le motivazioni che spingono l'impresa ad innovare e la loro importanza è d'aiuto nell'esaminare i fattori alla base delle attività innovative, come la competizione e l'opportunità di entrare in nuovi mercati.

Le attività innovative possono essere ostacolate da diversi fattori. Vi possono essere motivi per non iniziare affatto un'attività innovativa, come pure fattori che rallentano queste attività o le influenzano negativamente. Questi includono fattori economici, come ad esempio costi elevati o

l'assenza di domanda, fattori specifici per l'impresa, come ad esempio la mancanza di personale qualificato o delle conoscenze necessarie all'innovazione, e fattori legali, come le regolamentazioni o le procedure fiscali.

Anche la capacità delle imprese di appropriarsi dei risultati delle proprie attività innovative condiziona l'innovazione. Se, per esempio, le imprese non fossero in grado di proteggere le proprie innovazioni dall'imitazione da parte dei concorrenti, avrebbero un incentivo minore ad innovare. Dall'altra parte, se un'industria funziona bene senza protezioni formali, la promozione della protezione può rallentare i flussi di conoscenza e di tecnologia e produrre un innalzamento dei prezzi dei beni e dei servizi.

1.4.3. L'impresa innovatrice e l'impatto dell'innovazione

L'impresa innovatrice (definita nel Capitolo 3) è un'impresa che ha introdotto un'innovazione durante il periodo in esame. Non è necessario che l'innovazione abbia avuto un successo commerciale: alcune innovazioni falliscono. Le imprese innovatrici possono essere suddivise in quelle che hanno sviluppato le innovazioni principalmente al proprio interno o in collaborazione con altre imprese o enti pubblici di ricerca, e quelle che hanno innovato principalmente attraverso l'adozione di innovazioni sviluppate da altre imprese (ad esempio introducendo nuovi macchinari). Inoltre le imprese innovatrici possono essere distinte a seconda del tipo di innovazione che hanno realizzato; possono aver introdotto un nuovo prodotto o processo, un nuovo metodo di marketing o un cambiamento organizzativo.

L'impatto dell'innovazione sulle prestazioni dell'impresa può manifestarsi sulle vendite e sulle quote di mercato, come sulla produttività e l'efficienza. Importanti impatti a livello di industria e nazionale si producono nei cambiamenti nella competizione internazionale e nella produttività totale dei fattori, nella diffusione delle conoscenze prodotte dall'impresa, in un aumento dei flussi di conoscenza attivati all'interno delle reti.

I risultati delle innovazioni di prodotto possono essere misurati attraverso la percentuale di fatturato derivante dal prodotto nuovo o migliorato (Capitolo 7). Approcci simili possono essere adottati per misurare il risultato di altri tipi di innovazione. Ulteriori indicatori dei risultati dell'innovazione possono essere ottenuti attraverso domande qualitative sugli effetti delle innovazioni.

1.4.4. Collegamenti nel processo innovativo

In un'impresa le attività innovative dipendono in parte dalla varietà e dalla struttura dei collegamenti fra le fonti di informazione, di conoscenze, di tecnologie, di pratiche e di risorse umane e finanziarie. Ogni collegamento a sua volta connette l'impresa innovatrice ad altri attori del sistema di innovazione: laboratori pubblici, università, organi di programmazione pubblici, regolatori, concorrenti, fornitori e clienti. Attraverso le indagini sull'innovazione si possono ottenere informazioni sulla prevalenza e l'importanza dei vari tipi di collegamento e sui fattori che influenzano l'utilizzo di specifici collegamenti.

Si fa riferimento a tre tipi di collegamento. Le *fonti di informazione aperte* forniscono informazioni pubbliche e disponibili, e non richiedono l'acquisto di tecnologia o di diritti di proprietà intellettuale, o interazioni con la fonte. L'*acquisizione di conoscenza e tecnologia* avviene attraverso l'acquisto all'esterno di conoscenze o di beni capitali (macchinari, attrezzature, software) e servizi che incorporano le nuove conoscenze e la nuova tecnologia, che non richiede un'interazione con la fonte. La *cooperazione nell'innovazione* richiede una cooperazione attiva nelle attività innovative con altre imprese o enti pubblici di ricerca (e può includere l'acquisto di conoscenze e di tecnologie).

1.5. Alcuni problemi di rilevazione statistica

1.5.1 L'approccio alla raccolta dei dati

1.5.2.1 La scelta dell'approccio dell'indagine

Vi sono due principali approcci per la raccolta dei dati sull'innovazione:

- i) L'approccio per "soggetto" poggia su una visione del comportamento innovativo e delle attività innovative dell'impresa nel suo complesso. Questo approccio si propone di analizzare i fattori che influenzano il comportamento innovativo di un'impresa (strategie, incentivi e barriere all'innovazione) e la gamma delle varie attività innovative, e soprattutto di esaminare gli esiti e gli effetti dell'innovazione. Queste indagini sono progettate in modo tale da essere rappresentative di tutte le industrie così che i risultati possono essere aggregati e possano consentire di effettuare paragoni fra le diverse industrie.
- ii) L'approccio per "oggetto" mira a raccogliere dati su specifiche innovazioni (normalmente una "innovazione significativa" o qualche tipo di innovazione principale di un'impresa). Questo approccio implica la raccolta di alcuni dati descrittivi, quantitativi e qualitativi, relativi ad una specifica innovazione ed allo stesso tempo la raccolta di dati sull'impresa innovatrice.

Dal punto di vista dello sviluppo economico, è il differente livello di prestazioni delle imprese che determina il loro successo economico e che ha rilevanza sul piano delle politiche. Questo favorisce l'approccio per "soggetto" anche se le indagini sull'innovazione possono combinare entrambi gli approcci includendo sia domande generali sull'impresa che domande specifiche su una singola innovazione. È il soggetto, l'impresa, che è importante, e questo è l'approccio che è stato scelto come base di queste linee guida.

1.5.2.2 Metodologie di rilevazione

Per realizzare delle indagini sull'innovazione di tipo subject-based che siano comparabili a livello internazionale, è importante armonizzare i metodi di indagine. Nel Capitolo 8 vengono fornite le linee guida a tale proposito.

Nelle indagini sull'innovazione la popolazione di riferimento riguarda le unità statistiche (innovatori e non innovatori, che svolgono e che non svolgono attività di R&S) nel settore delle imprese produttrici di beni o servizi. Le attività innovative vengono svolte sia in unità di dimensioni piccole e medie che in quelle di grandi dimensioni. Per rilevare l'attività innovativa delle unità più piccole, la popolazione di riferimento deve includere come minimo tutte le unità statistiche con almeno dieci addetti. Nel caso di indagini campionarie, la struttura del campione deve corrispondere quanto più possibile alla popolazione di riferimento.

Al fine di assicurare un elevato tasso di risposta, il questionario dovrebbe essere il più corto possibile e le domande e le istruzioni (per la compilazione) formulate in modo chiaro. Ciò può richiedere che le definizioni contenute nel Capitolo 3 siano formulate in modo appropriato, così da renderle intelligibili ai rispondenti dell'industria considerata.

Nella fase di raccolta dei dati deve essere prestata particolare attenzione al controllo della loro attendibilità e della loro coerenza, nonché alle fasi successive al lancio dell'indagine. La comparabilità internazionale dei dati raccolti è ulteriormente migliorata dall'adozione di metodologie uniformi per il trattamento dei dati, come l'imputazione dei valori mancanti, i fattori di ponderazione, i metodi di presentazione dei risultati, ecc.

2.5. Aree di analisi

2.5.1 Cosa si può misurare?

Le indagini sull'innovazione possono fornire molte informazioni sul processo innovativo dell'impresa. Possono identificare le motivazioni e gli ostacoli all'innovazione, i cambiamenti nel modo di operare dell'impresa, le tipologie di attività innovative intraprese, il tipo di innovazioni realizzate. In termini di processo innovativo inteso come sistema, le indagini sull'innovazione possono fornire informazioni sui collegamenti fra l'impresa e gli altri attori del sistema economico e sui metodi che essa utilizza per proteggere le proprie innovazioni. Queste dimensioni vengono discusse dettagliatamente di seguito.

Vi sono dei limiti al tipo di dati che si possono raccogliere attraverso le indagini sull'innovazione. In primo luogo, le analisi spesso richiedono dati economici aggiuntivi sull'impresa, così che spesso vi è la necessità di integrare i dati ottenuti attraverso le indagini sull'innovazione con altre fonti di informazioni.

In secondo luogo, l'innovazione è un processo continuo, e quindi difficile da misurare in particolare nelle imprese in cui l'attività innovativa è caratterizzata da piccoli cambiamenti incrementali piuttosto che da ben definiti progetti finalizzati alla realizzazione di cambiamenti rilevanti. Le innovazioni vengono definite nel Manuale come cambiamenti significativi, con l'intenzione di distinguerle dai cambiamenti di minor importanza o di routine. È importante tuttavia riconoscere che un'innovazione può consistere anche in una serie di piccoli cambiamenti incrementali.

In terzo luogo, normalmente le informazioni sulla spesa per l'innovazione non sono specificate nella contabilità dell'impresa, rendendo difficile così il loro calcolo. Ciò non preclude la possibilità di misurare la spesa per l'innovazione, ma deve essere tenuto presente in fase di progettazione dell'indagine e di analisi dei dati raccolti.

In quarto luogo, le indagini statistiche non consentono di misurare adeguatamente la tempistica delle attività innovative, la loro realizzazione ed il loro impatto. Le spese sostenute per le attività innovative vengono sostenute in vista di un futuro ritorno economico. I risultati di queste attività, dallo sviluppo e la realizzazione delle innovazioni al miglioramento della capacità innovativa all'impatto sulle prestazioni dell'impresa, spesso non sono osservabili durante il periodo di indagine.

Infine, le indagini sull'innovazione non sono lo strumento ideale per acquisire informazioni sull'ambiente istituzionale nel suo complesso, come il sistema educativo, il mercato del lavoro, il sistema finanziario; esse possono tuttavia fornire informazioni su come questi fattori istituzionali vengono visti dall'angolo visuale dell'impresa rispondente.

2.5.2. Gli input dell'innovazione

Un'adeguata comprensione della distribuzione delle attività innovative nei settori industriali è di ovvia rilevanza per le politiche per l'innovazione. Un obiettivo importante consiste nella capacità di analizzare il ruolo dei vari input (R&S e attività diverse dalla R&S) nel processo innovativo e di comprendere come la R&S può essere collegata con gli altri input innovativi. La disponibilità di informazioni sulla prevalenza degli input innovativi diversi dalla R&S è particolarmente importante per alcuni settori dei servizi in quanto essi ricorrono meno di frequente all'attività di ricerca e sviluppo.

Le attività innovative possono condurre sia allo sviluppo e alla realizzazione di innovazioni nel breve periodo, sia ad incrementare le capacità innovative dell'impresa. L'impresa impara attraverso lo sviluppo e la realizzazione di innovazioni, l'acquisizione di input preziosi grazie all'interazione con altri soggetti e all'attività di marketing, il miglioramento della sua capacità innovativa mediante cambiamenti organizzativi.

Le indagini sull'innovazione possono fornire dati sia qualitativi che quantitativi sugli input innovativi dell'impresa. La raccolta di dati quantitativi pone alcune difficoltà pratiche,

specialmente quando l'impresa si articola in numerose divisioni, tuttavia i dati sugli input per l'innovazione sono fra quelli più utilizzati fra i risultati delle indagini sull'innovazione.

2.5.3. I collegamenti e il ruolo della diffusione

Le indagini sull'innovazione forniscono dati utilizzabili per le analisi del cambiamento tecnologico e della crescita della produttività basate sui flussi di conoscenza e di tecnologia da un'impresa all'altra. Un esempio è l'utilizzo dell'ICT in una grande varietà di prodotti. Le imprese come incorporano le nuove conoscenze ed innovazioni sviluppate altrove? E inoltre, qual è il peso relativo della diffusione rispetto all'innovazione creativa o radicale?

Una questione distinta ma collegata riguarda le interazioni sia fra organizzazioni che fra le organizzazioni e ciò che le circonda. Gli approcci sistemici spesso evidenziano come i collegamenti siano la dimensione ideale per promuovere l'attività innovativa. È importante stabilire entrambi i tipi di relazione e individuare le principali fonti di conoscenza dall'esterno.

Queste interazioni possono consistere in contatti informali e flussi di informazioni, o in collaborazioni formali per specifici progetti di innovazione. Includono aggiustamenti nella catena del valore, come per esempio relazioni più strette con i fornitori o gli utenti, oppure ricerche di mercato sulla domanda o sul potenziale utilizzo delle tecnologie. Le imprese possono intrattenere relazioni strette con le altre imprese all'interno di un distretto industriale o essere parte di reti più ampie. Possono attingere da lavori pubblicati da istituzioni pubbliche di ricerca oppure collaborare direttamente con loro su progetti comuni.

Le indagini sull'innovazione possono evidenziare il tipo specifico di informazioni sull'utilizzo per l'innovazione e sul tipo di istituzioni e meccanismi di trasferimento a disposizione delle imprese. Queste includono i dati sulle fonti di informazione, sui flussi di conoscenza e di tecnologia, e sui partner con cui poter collaborare come pure sulle barriere all'innovazione dovute a mancanza di informazioni, ad esempio sul mercato o sulle tecnologie.

2.5.4. L'impatto dell'innovazione

Un aspetto di particolare interesse per le politiche per l'innovazione riguarda l'effetto dell'innovazione sull'output, la produttività e l'occupazione, sia a livello nazionale che di specifiche regioni o settori. Migliori informazioni sulle condizioni che conducono al successo possono aiutare a migliorare le politiche per ottenere benefici economici e sociali dall'innovazione.

Le indagini sull'innovazione possono fornire dati sia qualitativi che quantitativi sul risultato delle innovazioni. In aggiunta, i dati delle indagini possono essere molto utili per ulteriori analisi empiriche sull'impatto dell'innovazione.

2.5.5. Incentivi e ostacoli all'innovazione

Le politiche per il sostegno dell'innovazione beneficerebbero dell'identificazione dei fattori principali che guidano l'attività innovativa delle imprese. Questi fattori possono essere indotti dal mercato, essere orientati all'aumento della qualità o dell'efficienza, o legati all'esigenza dell'impresa di adattare la propria organizzazione per conseguire i risultati desiderati. Le informazioni sugli obiettivi dell'innovazione vengono facilmente ottenute attraverso le indagini sull'innovazione.

Anche gli ostacoli all'innovazione sono di interesse per le politiche, giacché buona parte delle misure pubbliche, in un modo o nell'altro, è mirata al loro superamento. Molti ostacoli – carenza di personale qualificato, problemi di competenze, di finanziamento delle innovazioni, di appropriabilità dei risultati – sono relativamente facili da valutare con le indagini.

2.5.6. La domanda

I fattori di domanda orientano l'attività innovativa in diversi modi. La domanda influenza lo sviluppo di nuovi prodotti, in quanto le imprese modificano e differenziano i propri prodotti per aumentare le vendite e le quote di mercato. I fattori di domanda possono indurre le imprese a migliorare i propri processi di produzione e di approvvigionamento al fine di ridurre i costi e di abbassare i prezzi. In molti casi essi sono il principale fattore trainante dell'innovazione. Le imprese spesso spendono notevoli risorse per lo studio della domanda e possono adottare strategie di marketing per influenzare o creare la domanda per i propri prodotti. I fattori di mercato determinano il successo commerciale di specifici prodotti o tecnologie e influenzano il percorso del cambiamento tecnologico. Possono inoltre determinare se un'impresa innova oppure no. Se le imprese credono che nel proprio mercato non vi sia una domanda sufficiente di nuovi prodotti, possono decidere o di non innovare o di rinviare le attività innovative.

La misura e l'analisi del ruolo della domanda nell'innovazione sono entrambe problematiche. È molto difficile separare gli effetti della domanda dall'offerta, e si sa poco su come misurare attraverso le indagini statistiche gli effetti della domanda. Ciononostante, in un'indagine possono essere colti alcuni aspetti della domanda, come la misura in cui le innovazioni nei prodotti e nei servizi, e nel modo in cui vengono forniti, vengono indirizzati dalle differenziate esigenze dei clienti, o sono "spinti" dall'offerta (*supply-driven*). Anche la natura dei clienti e degli utenti è un fattore di domanda che l'impresa innovativa tiene in considerazione. Attraverso le indagini sull'innovazione possono essere ottenute alcune informazioni sull'importanza che i fattori legati al mercato (sia positivi che negativi) hanno sull'attività innovativa.

2.5.7. Altro

2.5.7.1 Risorse umane

La gran parte delle conoscenze è incorporata nelle persone e nelle loro competenze, e sono necessarie appropriate competenze per fare un uso intelligente delle fonti esterne o della conoscenza codificata. Il ruolo del capitale umano per l'innovazione è importante sia a livello della singola impresa che a livello aggregato. Alcune questioni rilevanti per il Manuale riguardano la qualità del sistema educativo ed in quale misura esso soddisfi le esigenze delle imprese innovative e di altre organizzazioni; l'impegno delle imprese nell'investimento nel capitale umano dei propri addetti; se l'attività innovativa viene frenata dalla mancanza di personale qualificato; se vi sono opportunità sufficienti per la formazione dei lavoratori; e quanto la forza lavoro sia adattabile in termini di struttura del mercato del lavoro e di mobilità spaziale e intersettoriale. Nel complesso, i metodi per misurare il ruolo del capitale umano nell'innovazione non sono ancora adeguatamente sviluppati, e le indagini sull'innovazione forniscono soltanto informazioni limitate.

2.5.7.2. Leggi e regolamenti

Le leggi e i regolamenti fanno parte della struttura in cui le imprese operano. Regole e standard ben progettati possono fornire un segnale forte nel sostegno e nella guida delle attività innovative. Esse riguardano l'accesso alle informazioni, i diritti di proprietà intellettuale, le tasse e costi amministrativi (in particolare per le piccole imprese), e gli standard ambientali. La regolamentazione è importante per la politica dell'innovazione, ma le necessità di politiche specifiche variano sensibilmente da settore a settore.

Per esempio, politiche che riducano le barriere amministrative per le PMI possono avere un effetto significativo sull'attività innovativa delle piccole imprese. Ben definiti diritti di proprietà intellettuale sono vitali per incentivare l'innovazione in alcuni settori industriali. Le indagini

sull'innovazione forniscono dati su questi aspetti attraverso le domande sugli ostacoli all'innovazione e sui metodi di appropriazione utilizzati dalle imprese innovative.

*Il questionario ISTAT sulla
misurazione delle attività
innovative nelle imprese²*

Il questionario ISTAT rende operative le linee guida del Manuale di Oslo adottandone le definizioni e le procedure raccomandate.

Innovazione L'innovazione consiste nell'introduzione di un prodotto (bene o servizio) o di un processo nuovo o significativamente migliorato, o di un metodo di marketing, o di un nuovo metodo organizzativo nelle procedure operative aziendali, nell'organizzazione del lavoro o nelle relazioni con l'esterno.[definizione]

Attività innovative Le attività innovative consistono in tutte quelle attività scientifiche, tecnologiche, organizzative, finanziarie e commerciali finalizzate all'introduzione delle innovazioni. Alcune attività innovative sono di per sé innovative, mentre altre non hanno carattere di novità ma sono necessarie per l'introduzione delle innovazioni. Le attività innovative includono anche la R&S che non è direttamente legata allo sviluppo di specifiche innovazioni. [definizione]

Azienda innovatrice Un'azienda viene definita innovatrice se ha introdotto un'innovazione nel periodo considerato. [definizione]

1. Innovazioni tecnologiche

Per *innovazioni tecnologiche* si intendono tutti i prodotti, servizi o processi introdotti dall'impresa che possono essere considerati nuovi o significativamente migliorati, rispetto a quelli precedentemente disponibili, in termini di caratteristiche tecniche e funzionali, prestazioni, facilità d'uso, ecc..

Un'innovazione tecnologica si realizza nel momento della sua introduzione sul mercato (*innovazione di prodotto o servizio*) o del suo utilizzo in un processo produttivo (*innovazione di processo*). Le innovazioni di prodotto e di processo non devono necessariamente consistere in prodotti, servizi o processi totalmente nuovi; è infatti sufficiente che risultino nuovi per l'impresa che li introduce.

Le *attività innovative* sono tutte quelle che si rendono necessarie per sviluppare e introdurre prodotti, servizi o processi produttivi tecnologicamente nuovi (o significativamente migliorati). Sono da considerarsi attività innovative: la ricerca e sviluppo (R&S) svolta all'interno dell'impresa; l'acquisizione dall'esterno di servizi di R&S, di macchinari innovativi o di tecnologie; il design e la progettazione industriale; le attività di formazione per l'introduzione di prodotti, servizi o processi tecnologicamente nuovi (o significativamente migliorati); le attività di commercializzazione di prodotti nuovi.

L'*innovazione di prodotto o servizio* consiste nell'introduzione sul mercato di un prodotto o servizio tecnologicamente nuovo (o significativamente migliorato) rispetto a

² In questa sezione vengono riportate le principali definizioni e le linee guida utilizzate dall'ISTAT nella rilevazione delle attività innovative nel quadro della Community Innovation Survey condotta nei paesi europei impiegando la metodologia del Manuale di Oslo.

quelli precedentemente disponibili in termini di caratteristiche tecniche e funzionali, prestazioni, facilità d'uso, ecc.. Le innovazioni tecnologiche di prodotto o servizio possono essere sviluppate dall'impresa stessa o da altre imprese o istituzioni. Le innovazioni di prodotto o servizio non devono necessariamente consistere in prodotti o servizi nuovi per il mercato in cui opera l'impresa; è infatti sufficiente che risultino nuovi per l'impresa che li introduce. [definizione]

L'innovazione tecnologica di processo consiste nell'introduzione di processi nuovi (o significativamente migliorati) rispetto a quelli precedentemente adottati dall'impresa in termini di caratteristiche tecniche e funzionali, prestazioni, facilità d'uso, ecc. Le innovazioni tecnologiche di processo possono essere sviluppate dall'impresa stessa o da altre imprese o istituzioni. Le innovazioni tecnologiche di processo non devono necessariamente consistere in processi nuovi per il settore o il mercato di riferimento dell'impresa; è infatti sufficiente che siano processi nuovi per l'impresa che li introduce. [definizione]

1. 1 Innovazioni tecnologiche di prodotto o di servizio

L'innovazione di prodotto o servizio consiste nell'introduzione sul mercato di un prodotto o servizio tecnologicamente nuovo (o significativamente migliorato) in termini di prestazioni, caratteristiche tecniche e funzionali, facilità d'uso, ecc. rispetto ai prodotti o servizi correntemente realizzati e offerti sul mercato dall'impresa.

Devono essere considerate innovazioni di prodotto o servizio:

- i prodotti e i servizi tecnologicamente nuovi introdotti sul mercato dall'impresa;
- le modifiche significative alle caratteristiche funzionali di prodotti o servizi, inclusi i miglioramenti ai componenti, ai materiali o al software incorporato in prodotti già esistenti.

Le innovazioni tecnologiche di prodotto o servizio escludono:

- i prodotti con modifiche che non ne migliorano le prestazioni o le migliorano in misura estremamente ridotta;
- la personalizzazione dei prodotti diretta a rispondere alle esigenze di specifici clienti, sempre che tale operazione non comporti variazioni significative nelle caratteristiche del prodotto rispetto a quelle dei prodotti venduti correntemente;
- le variazioni nelle caratteristiche estetiche o nel design di un prodotto che non determinano alcuna modifica nelle caratteristiche tecniche e funzionali dello stesso (come il lancio di nuove linee di abbigliamento o di una nuova gamma di prodotti per l'arredamento della casa). Tali variazioni sono da considerarsi innovazioni di marketing (come definite al punto 2.2);
- la semplice vendita di nuovi prodotti o servizi acquistati da altre imprese.

1.1.1 Esempi di innovazioni tecnologiche di prodotto.

- Introduzione sul mercato di prodotti realizzati mediante l'impiego di materiali con caratteristiche tecniche e prestazioni superiori a quelle dei materiali precedentemente utilizzati (ad esempio, tessuti ottenuti utilizzando materiali termoregolanti o fibre chimiche che garantiscono una migliore traspirabilità; materiali di rivestimento nei settori dell'arredamento o del design di interni ottenuti sostituendo materiali compositi all'alluminio o all'acciaio; pannelli compositi dotati di rilevanti proprietà isolanti nell'industria della

refrigerazione, nel settore nautico e nella produzione di mobili e arredo per uffici; prodotti realizzati con materiali plastici biodegradabili ed eco-compatibili, ecc.).

- Introduzione di componenti nuovi (o significativamente migliorati) in linee di prodotto già esistenti (quali l'introduzione di apparecchiature GPS su autoveicoli; nuovi sistemi di allacciatura di calzature, ecc.);
- Sviluppo e produzione di elettrodomestici che, mediante l'utilizzo di tecnologie dell'informazione e comunicazione, migliorano le loro funzionalità attraverso, ad esempio, il controllo a distanza.

1.1.2 Esempi di innovazioni tecnologiche di servizio.

- Erogazione di servizi nuovi mediante Internet (operazioni e transazioni bancarie e finanziarie on line; contratti di assicurazione "a distanza"; fornitura on line di prenotazioni e acquisto di pacchetti turistici; prevendite e pagamenti elettronici di biglietti per mostre o spettacoli teatrali; ecc.).
- Fornitura di servizi di supporto e assistenza – telefonica o on line – pre e post vendita per migliorare le relazioni con la clientela (inserimento sul proprio sito Internet di pagine di consultazione guidata; segnalazione di guasti o anomalie; acquisizione ordini; gestione reclami tramite centralini telefonici e numeri verdi; ecc.).
- Utilizzo di carte magnetiche personalizzate per l'accesso ai servizi di garanzia e supporto post-vendita, per la fidelizzazione del cliente (anche mediante la partecipazione a raccolte a punti e campagne promozionali di vendita) e per il pagamento agevolato degli acquisti.
- Sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative nel settore finanziario, quali nuovi strumenti e modalità di pagamento elettronico (ad esempio, carte di credito prepagate o moneta elettronica).

1.2. Innovazioni tecnologiche di processo

Le innovazioni di processo possono essere introdotte sia nelle imprese industriali che in quelle dei servizi e consistono nell'adozione di processi produttivi, attività di gestione della produzione o attività di supporto alla produzione tecnologicamente nuovi (o significativamente migliorati). Tali innovazioni possono riguardare modifiche significative nelle tecniche di produzione, nella dotazione di attrezzature o software, o nell'organizzazione produttiva al fine di rendere l'attività aziendale economicamente più efficiente. Tali innovazioni possono anche essere introdotte per migliorare gli standard di qualità, la flessibilità produttiva o per ridurre i pericoli di danni all'ambiente e i rischi di incidenti sul lavoro.

Le innovazioni di processo escludono:

- i processi modificati solo marginalmente;
- l'incremento delle capacità produttive mediante l'applicazione di sistemi di fabbricazione o di logistica molto simili a quelli già adottati.

1.2.1 Esempi di processi tecnologicamente nuovi di fabbricazione o produzione di beni o servizi.

- Nelle imprese manifatturiere, l'introduzione di macchine a controllo numerico o l'adozione di sistemi o dispositivi di robotica industriale.
- Nelle imprese manifatturiere, ed in alcune imprese dei servizi (ad esempio, negli studi di architettura o ingegneria), l'introduzione di procedure e metodologie di progettazione, produzione e ingegnerizzazione assistite da computer (CAD/CAM/CAE).

- Nelle imprese di trasporto merci o passeggeri, l'acquisizione di nuovi modelli di autoveicoli, aeromobili, navi e imbarcazioni, ecc. più evoluti rispetto a quelli correntemente utilizzati.
- Nelle strutture alberghiere e di ristorazione, l'installazione di impianti di condizionamento, di sistemi di insonorizzazione, di impianti hi-fi, di linee telefoniche dirette, di connessioni ad Internet, di TV satellitare e *pay-per-view*, nonché l'adattamento di camere per disabili, qualora non siano già presenti.

1.2.2 Esempi di sistemi di logistica innovativi.

- Adozione di tecnologie innovative per la logistica industriale, come l'introduzione di codici a barre o di tecnologie per l'identificazione automatica e a distanza delle merci, tramite soluzioni quali la radiofrequenza passiva (RFID) per l'identificazione e il monitoraggio del materiale lungo tutta la catena logistica.
- Impiego di sistemi di localizzazione e di individuazione degli spostamenti delle merci basati sull'uso di tecnologia satellitare GPS.
- Attuazione di soluzioni informatiche per la gestione dei rapporti con i fornitori, come il *supply chain management* (SCM).

1.2.3 Innovazioni nelle attività di supporto alla produzione.

- Applicazioni di software per l'ottimizzazione e la verifica dei percorsi di distribuzione alla clientela delle merci prodotte.
- Introduzione di software per la gestione integrata del processo aziendale mediante monitoraggio in tempo reale dei processi aziendali al fine di aumentare l'efficienza dell'intera catena produttiva, come le soluzioni SAP, ecc.
- Adozione di soluzioni informatiche per la gestione di particolari attività aziendali, quali la contabilità, i processi di approvvigionamento, l'immagazzinamento.
- Introduzione di reti informative aziendali, ad esempio di tipo Intranet.
- Nel settore del commercio al dettaglio, l'impiego di lettori ottici alle casse di vendita per raccogliere automaticamente informazioni sui prodotti venduti e ottimizzare la gestione degli acquisti.

2. Innovazioni non tecnologiche

Per *innovazioni "non tecnologiche"* si intendono quelle innovazioni introdotte dall'impresa che non sono necessariamente legate all'utilizzo di nuove tecnologie. Le innovazioni non tecnologiche si dividono in: *innovazioni organizzative*, che consistono in mutamenti significativi nelle pratiche di gestione aziendale, nell'organizzazione del lavoro o nelle relazioni con l'esterno; *innovazioni di marketing* che riguardano le nuove strategie e pratiche di commercializzazione di prodotti o servizi, nonché le modifiche nelle caratteristiche estetiche, nel design e nel confezionamento dei prodotti.

2.1 Innovazioni organizzative

Le innovazioni organizzative comportano mutamenti significativi nelle procedure operative aziendali, nell'organizzazione del lavoro o nelle relazioni con l'esterno e sono finalizzate a migliorare la capacità innovativa o le prestazioni dell'impresa. In genere, le innovazioni organizzative danno luogo a miglioramenti congiunti in più fasi della catena produttiva e non sono necessariamente collegate a processi di innovazione tecnologica.

Le innovazioni organizzative escludono:

- le modifiche nelle strategie aziendali che non siano accompagnate da significativi mutamenti organizzativi;
- l'adozione di nuove tecnologie in singole aree aziendali (ad esempio nelle sole unità di produzione). Queste sono generalmente riconducibili a innovazioni di processo.

Innovazione organizzativa

- Adozione di nuove (o significativamente migliorate) tecniche manageriali dirette a potenziare l'uso e lo scambio di informazione, conoscenza e competenze tecniche e lavorative all'interno dell'impresa
- Introduzione di nuove modalità di organizzazione del lavoro, quali la definizione di nuove unità divisionali o operative, la riduzione dei livelli gerarchici, il decentramento nelle decisioni aziendali
- Introduzione di cambiamenti nelle relazioni con altre imprese o istituzioni pubbliche, come nuovi accordi produttivi e commerciali, partnership, accordi di sub-fornitura o di esternalizzazione. [definizione]

2.1.1 Esempi di innovazioni organizzative.

- Costituzione di team di lavoro formali o informali per facilitare l'accesso a informazioni e conoscenze all'interno dell'impresa, nonché la loro trasmissione e condivisione.
- Introduzione di standard di qualità per il controllo e la valutazione dei servizi prestati dai fornitori e dai subfornitori.
- Adozione di strategie di gestione degli acquisti al fine di ottimizzare l'approvvigionamento nelle diverse fasi della catena produttiva.
- Riduzione dei livelli gerarchici esistenti all'interno dell'impresa.
- Processi di decentramento delle decisioni aziendali che prevedono l'assegnazione di maggiori responsabilità e controlli ai responsabili, rispettivamente, delle attività di produzione, distribuzione, vendita, ecc...
- Definizione di nuove unità divisionali o operative, separando ad esempio le unità produttive dal reparto marketing e vendite.
- Adozione di forme di esternalizzazione dell'attività di produzione o di ricerca (ossia, l'affidamento a soggetti esterni di funzioni o attività che non siano strategici per l'impresa).
- Conclusione di nuovi accordi produttivi o commerciali.
- Costituzione di *partnership* o alleanze strategiche nella forma di *joint ventures*.
- Altre forme di collaborazione con soggetti esterni che comportino modifiche significative nell'organizzazione del lavoro all'interno dell'impresa.

2.2 Innovazioni di marketing

Le innovazioni di marketing riguardano:

- l'adozione di nuove strategie, pratiche di commercializzazione e di campagne pubblicitarie finalizzate ad aumentare il successo commerciale dei prodotti o servizi già offerti sul mercato, oppure mirate all'apertura di nuovi mercati;
- l'introduzione di modifiche significative nelle caratteristiche estetiche, nel design e nel confezionamento dei prodotti.

Le innovazioni di marketing escludono:

- le attività di promozione pubblicitaria che prevedano solamente la replica di campagne pubblicitarie già svolte in precedenza;
- l'affidamento della commercializzazione dei propri prodotti o servizi a soggetti esterni.

Innovazione di marketing

- Introduzione di modifiche significative nelle caratteristiche estetiche dei prodotti, incluse quelle nel confezionamento
- Adozione di nuove (o significativamente migliorate) tecniche e pratiche di commercializzazione o distribuzione dei prodotti o servizi, quali il commercio elettronico, il franchising, le vendite dirette o le licenze di distribuzione. [definizione]

2.2.1 Esempi di design e confezionamento innovativi.

- Nuovo design per beni di consumo, come gli oggetti di arredamento e gli accessori per la casa.
- Adozione di soluzioni innovative nel confezionamento dei prodotti per rispondere alle diverse esigenze della clientela, come l'indicazione delle caratteristiche del prodotto e delle eventuali istruzioni per l'uso in più lingue; la descrizione dei valori nutrizionali del prodotto sull'etichetta; l'adozione di sistemi di confezionamento che garantiscano una migliore conservazione e una maggiore facilità di trasporto degli alimenti (confezioni sottovuoto, sacchi detraibili, ecc.); l'impiego di contenitori realizzati con materiali a base biologica, biodegradabili e riciclabili, ecc.

2.2.2 Esempi di nuovi sistemi di vendita.

- Adozione di soluzioni di vendita combinate che prevedono la distribuzione di prodotti e servizi in modo integrato per aumentarne il successo commerciale.
- Lancio di nuovi marchi commerciali finalizzati ad una maggiore caratterizzazione e differenziazione dei prodotti in funzione della percezione dei diversi gruppi di consumatori.
- Strumenti di marketing che consentono di diversificare, differenziare o personalizzare l'informazione commerciale alla luce della segmentazione della domanda potenziale. La personalizzazione dell'informazione può avvenire sia consentendo al singolo cliente di selezionare l'informazione di

cui ha bisogno (ad esempio, mediante l'accesso a siti Internet), che realizzando attività promozionali con tecniche di *direct mailing*.

- Offerta di nuovi sistemi e soluzioni di fidelizzazione della clientela o altre forme di associazione che offrono opportunità di accesso privilegiato a crediti, sconti, promozioni commerciali, ecc..
- Realizzazione di campagne pubblicitarie che prevedano il coinvolgimento di celebrità, personaggi famosi, *opinion leader*.
- Nuove strategie di *branding*, basate su accordi tra imprese che prevedano, ad esempio, l'abbinamento a livello pubblicitario dei rispettivi marchi commerciali.

Voci di spesa delle attività innovative:

- *Ricerca e sviluppo sperimentale svolta all'interno dell'impresa (R&S intra muros)* La ricerca e sviluppo sperimentale (R&S) consiste in attività di tipo creativo svolte in maniera sistematica o occasionale e finalizzate all'incremento delle conoscenze e all'impiego di tali conoscenze in nuove applicazioni, come nel caso dello sviluppo di prodotti, servizi o processi tecnologicamente nuovi o significativamente migliorati (è compreso lo sviluppo di software).
- *Acquisizione di servizi di R&S (R&S extra muros)* Attività di ricerca e sviluppo sperimentale (R&S) affidate per commessa ad altre imprese (anche dello stesso gruppo) o istituzioni.
- *Acquisizione di macchinari, attrezzature e software* Acquisizione di impianti, attrezzature, hardware e software tecnologicamente avanzati finalizzati all'introduzione di innovazioni di prodotto, servizio e processo.
- *Acquisizione di altre tecnologie dall'esterno* Acquisizione di tecnologia dall'esterno sotto forma di brevetti, invenzioni non brevettate, licenze, know-how, marchi commerciali, progetti e servizi tecnici di consulenza (con l'esclusione di quelli relativi alla R&S), connessi all'introduzione di innovazioni tecnologiche.
- *Attività di formazione* Consistono in attività di formazione del personale che si rendono necessarie per l'introduzione di prodotti o servizi o processi tecnologicamente nuovi o significativamente migliorati. Le spese per formazione comprendono sia l'acquisto di servizi di formazione all'esterno dell'impresa, sia le spese per attività formative svolte con risorse interne.
- *Marketing di prodotti innovativi* Il marketing di prodotti innovativi comprende le attività legate al lancio di prodotti o servizi tecnologicamente nuovi o significativamente migliorati. Sono comprese: le ricerche preliminari di mercato, i test di mercato e la pubblicità di lancio.
- *Progettazione industriale e altre attività preliminari alla produzione e alla fornitura di servizi* Comprende progetti e disegni tecnici finalizzati alla definizione di procedure, specifiche tecniche e soluzioni operative necessarie per la realizzazione di prodotti, servizi e processi tecnologicamente nuovi o significativamente migliorati.

ALLEGATO 3

MANIFESTO DEL “GRUPPO 2003”: PER UNA RINASCITA DELLA RICERCA SCIENTIFICA IN ITALIA

<http://www.gruppo2003.org/>

Milano, giugno 2003

Proponiamo questi spunti di riflessione in un momento in cui sembra essere maggiore che nel passato l'attenzione per il sistema di ricerca, innovazione e sviluppo, alla cui debolezza strutturale vanno, per buona parte, ascritte le difficoltà in cui versa oggi il nostro Paese. Ci rivolgiamo quindi in particolare ai responsabili del potere politico, presenti e futuri, ritenendo che su questi temi di interesse strategico sia possibile ed auspicabile un accordo al di sopra degli schieramenti politici. In un certo senso, non vi è nulla da inventare; si tratta solo di utilizzare le caratteristiche portanti di sistemi efficienti e produttivi, adattandoli alle peculiarità del nostro Paese.

Proponiamo la nostra riflessione sotto forma di parole chiave che dovrebbero costituire i punti di riferimento di una riforma radicale del sistema di ricerca del Paese. Riteniamo che qualunque intervento sul sistema di ricerca dovrebbe uniformarsi a questi principi. Al termine del documento elenchiamo in breve alcune proposte che possono dare concretezza alle formulazioni generali.

1) Meritocrazia e valutazione

Dovrebbe essere ovvio che la meritocrazia costituisce la base di un sistema di ricerca che sceglie e promuove i capaci e i meritevoli. In Italia così non è, almeno negli organismi pubblici, dove criteri indipendenti dal merito, quali l'anzianità o l'appartenenza a gruppi di potere (accademico, politico, eccetera), hanno costituito e costituiscono elementi importanti del reclutamento e della carriera. Basti a questo proposito ricordare le promozioni ope legis, che hanno costellato la storia dell'università italiana. Sono tali di fatto anche i concorsi dedicati, magari successivi alla messa in esaurimento dei ruoli, pratiche nefaste che hanno contribuito ad abbassare il livello medio delle istituzioni. La meritocrazia si basa sulla capacità di valutare i singoli e le istituzioni, pubbliche e private, in assenza di conflitti d'interesse. Vi sono oggi criteri utili in campo scientifico per questo scopo: citazioni, fattore di impatto, brevetti venduti, finanziamenti competitivi da charities di qualità (come AIRC-Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro o Telethon), industria, Commissione Europea, National Institutes of Health, eccetera. Si tratta di usare gli strumenti disponibili per valutare i singoli e le istituzioni (istituti, dipartimenti, facoltà, università, enti di ricerca pubblici e privati), premiando chi fa o sceglie bene e punendo chi fa o sceglie male.

2) Autonomia e responsabilità dei singoli e delle istituzioni

L'autonomia, la competizione e la collaborazione, a livello dei singoli e delle istituzioni, costituiscono i cardini di ogni sistema di ricerca moderno. Oggi è molto difficile per un giovane ricercatore svilupparsi in Italia come scienziato indipendente. La scarsità di fondi, l'incertezza e le caratteristiche dei meccanismi di finanziamento privilegiano, nel migliore dei casi, gli scienziati affermati, responsabili di grandi gruppi. A questa situazione hanno cercato di rimediare alcune charities (AIRC, Telethon) con programmi dedicati alla crescita indipendente dei giovani. L'autonomia costituisce, o dovrebbe costituire, anche il cardine della vita delle università e degli enti di ricerca pubblici. Ma non vi è autonomia senza responsabilità delle proprie scelte. In sintesi, un sistema di ricerca efficiente e competitivo è fondato sulla autonomia e sulla responsabilità. Autonomia delle scelte (di persone e progetti) e responsabilità rispetto alle loro conseguenze. Come detto, le istituzioni scientifiche sono facilmente valutabili usando i criteri elencati sopra. Tra questi, ovviamente non si può considerare il numero degli studenti promossi, nel caso di istituzioni universitarie! Ma la cosa più importante è far percepire immediatamente che scelte fatte con criteri non di merito (anzianità, clientela, parentela) avranno a breve gravi conseguenze sul livello di finanziamento e sull'esistenza stessa del dipartimento, dell'università o dell'ente di ricerca. Siamo fiduciosi che segnali forti innescherebbero in breve tempo un meccanismo virtuoso.

3) Flessibilità

Il sistema di ricerca Italia è caratterizzato da estrema rigidità, antitetica ad un sistema efficiente e produttivo. Scarsi sono i livelli di mobilità all'interno delle istituzioni pubbliche o fra istituzioni pubbliche e private e spesso questi rispondono più a criteri di aggiustamento interno che non a politiche di ricerca fatte da istituzioni autonome e responsabili.

E' fisiologico che in un sistema di ricerca moderno una parte significativa della carriera scientifica sia condotta senza "posto fisso" (tenure). D'altra parte non si può chiedere a giovani e validi scienziati di essere ancora precari a 35 anni con stipendi di 800 euro al mese, in assenza di un vero mercato intellettuale offerto da industria ed enti accademici. Questo principio generale, che ci sembra evidente sulla base dell'esperienza di Paesi più avanzati, deve essere assimilato ed adattato alla realtà corrente del nostro Paese. Ancora, ricordiamo a titolo di esempio che uno scienziato negli Stati Uniti o in Gran Bretagna può basare il proprio salario, del tutto o in parte, su finanziamenti da lui ottenuti per progetti competitivi (grant), dove però lo Stato (attraverso agenzie come NIH-National Institutes of Health, DOE-Department of Energy, NSF-National Science Foundation, MRC-Medical Research Council, NASA, eccetera) costituisce uno sportello affidabile e costante, su cui si può contare per il presente e per il futuro, in un contesto di competizione sulla base della qualità. Niente di tutto questo avviene in Italia (vedi sotto).

4) Massa critica

In generale, la ricerca scientifica in aree altamente competitive richiede massa critica. Massa critica significa strutture di grandi dimensioni, condivisione di apparecchiature sofisticate e costose, banche dati e sistemi informativi efficienti, processi moderni, servizi di base, eccetera; significa anche, scendendo a livelli più spiccioli, una caffetteria dove ci si incontra e si discute al di fuori del laboratorio. La dimensione scientifica e umana di una grande istituzione di ricerca non è sostituibile dalla telematica. Non è più, e in realtà non è mai stato, il tempo per fondare piccoli istituti ubicati "in mezzo al nulla". I pochi istituti privati di ricerca accademica ed

industriale dimostrano che questa strada è percorribile e con successo anche nel nostro Paese. E' necessario che anche le grandi istituzioni pubbliche si muovano in questa ottica.

E' evidente che il modello organizzativo che governa attività di questo tipo non può essere quello pletorico, consociativo e compromissorio delle università o degli enti di ricerca pubblici. Di nuovo, autonomia e responsabilità, e quindi valutazione, costituiscono le parole chiave del cambiamento, con modelli di gestione ispirati agli organismi di successo nazionali ed internazionali.

5) Reclutamento dei cervelli: per un sistema aperto

La mobilità costituisce un elemento essenziale della ricerca scientifica. L'attenzione e la sensibilità del mondo politico e mediatico in questo settore si sono focalizzate sul tema del "rientro dei cervelli". Si tratta di una questione seria e importante, ma riteniamo sia fuorviante trasmettere il messaggio che tutte le difficoltà si riducano a questo. Riteniamo che il vero nodo sia quello della costruzione di un sistema aperto, in cui salari, laboratori, accesso ai finanziamenti e possibilità di carriera, siano confrontabili con quelli europei o americani, e consentano, anzi stimolino, la venuta di scienziati dall'estero. Riteniamo che non aiutino la ricerca nazionale i rientri virtuali, fatti di qualche settimana l'anno di insegnamento in Italia e di una attività scientifica che ha il suo centro in istituzioni estere. Situazioni di questo tipo sono di regola inconcepibili in grandi istituzioni di ricerca normali, al di là delle Alpi o dell'oceano Atlantico. Il sistema che noi auspichiamo dovrebbe attrarre ricercatori, italiani e non, nella fase di massima creatività e produttività, offrendo condizioni che consentano loro di esprimersi. Solo in un contesto di questo tipo il rientro degli Italiani, che hanno motivazioni aggiuntive per lavorare in questo Paese, sarebbe veramente significativo ed avrebbe un ruolo strategico.

Infine riteniamo che un Paese come il nostro dovrebbe porsi in modo organico l'obiettivo di attrarre cervelli da Paesi, europei e non, meno sviluppati scientificamente. Il modello deve essere quanto è successo negli Stati Uniti e nell'Europa sviluppata nei confronti di molti scienziati italiani, inclusi alcuni estensori di questo Manifesto. Avere un flusso di giovani ricercatori, dedicati e aggressivi, costituisce un potente impulso per il sistema ricerca del Paese ospitante, ma aiuta anche lo sviluppo del Paese di provenienza, costruendo legami di collaborazione, permettendo lo scambio di tecnologia e restituendo al Paese di origine ricercatori formati. Cosa sarebbe ad esempio la ricerca scientifica degli Stati Uniti o della Gran Bretagna senza l'inventiva e la dedizione dei postdoc italiani (o europei in generale), indiani, giapponesi, eccetera? Vogliamo ricordare che attualmente un giovane postdoc extracomunitario che desideri lavorare nel nostro Paese è obbligato a sottostare a pratiche burocratiche assurde e senza confronto, in un contesto nel suo insieme umiliante.

6) Il finanziamento

Finanziare la ricerca non è un lusso ma una necessità. Solo una classe dirigente miope non si rende conto che la ricerca (insieme all'istruzione) è il pilastro su cui si costruisce il futuro e la prosperità di un Paese. Il nanismo industriale italiano deriva, oltre che da altri fattori, dalla nostra storica incapacità di costruire sistemi industriali complessi e globali, alimentati dall'innovazione quale fattore propulsore dello sviluppo.

Vorremmo richiamare l'attenzione su quattro punti relativi al finanziamento:

- a) Non esiste contraddizione o alternativa fra promozione da parte dello Stato della ricerca scientifica, di base e non, e accento sulla ricerca di

trasferimento industriale. In un sistema "sano" la ricerca di base di qualità costituisce l'humus su cui si innesta il trasferimento. Di più, in molti settori, quali quello delle biotecnologie, è pressoché impossibile tracciare il confine fra ricerca di base e applicata. A riprova di questa affermazione, è sufficiente scorrere gli indici delle riviste di scienze di base più autorevoli (per esempio Nature e Science) per verificare come, almeno in alcuni settori, la ricerca di base di qualità, con potenziale applicativo, sia condotta sia da organismi accademici sia dall'industria. In quest'ottica si comprende come governi di impostazione rigidamente liberistica (come quello degli Stati Uniti) si siano proposti un aumento massiccio e programmato dell'investimento statale in ricerca di base.

- b) La riformabilità del sistema di ricerca italiano dipende strettamente da un aumento significativo, programmato, non episodico del finanziamento statale, oltre che da un mutamento radicale dei modi e dei meccanismi. Una espansione della spesa, che va riconosciuta come investimento, consente infatti di focalizzare gli interventi su gruppi e aree senza penalizzare le piccole realtà che qui come dappertutto costituiscono lo scheletro su cui si appoggiano i picchi di eccellenza. Vogliamo ancora sottolineare che un sistema "aperto" e flessibile, attraente per ricercatori italiani e non, richiede salari, strutture e finanziamenti adeguati.
- c) L'adeguamento dei livelli salariali sia degli scienziati strutturati (tenured) sia di quelli non strutturati (a contratto o in tenure track) è condizione preliminare per l'effettiva realizzazione di un sistema di mobilità e flessibilità. Livelli salariali adeguati, oltre che strutture, meccanismi ed entità di finanziamento che sono normali secondo standard internazionali, costituiscono condizione necessaria per una effettiva apertura del sistema di ricerca italiano. Infine, borse di studio e salari adeguati consentono l'accesso alla ricerca scientifica di chi proviene dagli strati sociali meno abbienti, in un sistema di promozione meritocratica dei "capaci e meritevoli": un dovere morale, al di là della convenienza per il Paese.
- d) Come detto, il finanziamento della ricerca scientifica non può essere episodico, legato a stanziamenti una tantum, connessi con la vendita da parte dello stato di frequenze telefoniche o, peggio, di sigarette. E' essenziale, in un contesto di aumento programmato, la costituzione di meccanismi stabili, quali una o più agenzie di ricerca che costituiscano sportelli affidabili. Vogliamo ricordare per esempio che il cuore del sistema di ricerca negli Stati Uniti è costituito dai cosiddetti grant RO1, che vengono assegnati al ricercatore indipendente. In Italia non vi è nulla che assomigli a questo cardine fondamentale di ogni sistema di ricerca, dove una o più Agenzie efficienti ed affidabili sono dedicate alla distribuzione dei fondi.

7) Ricerca accademica e ricerca industriale

La ricerca applicativo-industriale costituisce un elemento portante di un sistema di ricerca moderno ed efficiente. In molti settori è difficile sviluppare ricerca di base competitiva in assenza di collaborazioni con l'industria, e, viceversa, non si fa trasferimento industriale senza un retroterra di solida e sana ricerca di base. Protezione della proprietà intellettuale, imprenditorialità accademica, rapporto tra industria innovativa e accademia sono elementi fondamentali di un sistema di ricerca efficiente. Altrettanto importante è la trasparenza di questi rapporti di collaborazione rispetto ai possibili conflitti di interesse e la condivisione di regole (per esempio riguardo la responsabilità

intellettuale dei dati e la loro pubblicazione) che garantiscano i ricercatori dal rischio di subordinazione a interessi esclusivamente commerciali anziché prevalentemente scientifici.

Infine, in questo contesto è interesse, non solo dell'industria, che il sistema di governo incentivi la ricerca industriale con una politica fiscale coerente, non ambigua e continua nel tempo.

8) In sintesi: Normalità

Se dovessimo riassumere le aspirazioni di chi fa ricerca di buon livello nel nostro Paese ci sembra che queste possano essere racchiuse in una parola chiave: normalità. Normalità, rispetto agli altri Paesi industrializzati, dei meccanismi di reclutamento, di valutazione, di promozione e di finanziamento del sistema di ricerca. Attualmente il modo di funzionare complessivo del sistema di ricerca in Italia è incomprensibile ai nostri qualificati colleghi stranieri. Estremizzando un po' le cose, ci sembra che la comprensibilità da parte dei colleghi stranieri costituisca un buon parametro di verifica della sensatezza dei passi da compiere sulla via di una riforma in profondità del sistema di ricerca in Italia.

10 Proposte in breve

1. Non più promozioni per legge o comunque mascherate come concorsi dedicati.
2. Valutazione da parte di esperti indipendenti, anonimi, internazionali (peer review) per progetti, finanziamenti e carriera.
3. Valutazione delle istituzioni, dei laboratori e dei centri di ricerca, usando anche strumenti quali "site visits" e su questa base dosare il finanziamento pubblico.
4. Accesso anche per giovani ricercatori a finanziamenti, su progetti valutati, da gestire in autonomia.
5. Mercato del lavoro affidabile che consenta mobilità, retribuzioni adeguate e percorsi di carriera.
6. Scelte politiche strategiche sulle priorità della ricerca.
7. Programma di attrazione di ricercatori dai Paesi meno sviluppati.
8. Incentivi fiscali all'industria per investimenti in ricerca.
9. Facilitazioni fiscali per le donazioni a università, istituti o enti di ricerca.
10. Otto per mille alla ricerca.

BIBLIOGRAFIA

Capitolo 4

- Archibugi D., Santarelli E., (a cura di), *Cambiamento tecnologico e sviluppo industriale*, Franco Angeli, 1990.
- European Commission, *Third European Report on S&T Indicators, 2003. Towards a Knowledge-based Economy*, Luxembourg: Office for official publications of the European Communities, 2003.
- European Commission, Eurostat, *Science, Technology and Innovation in Europe, 2006*, Brussels 2006.
- European Commission, Eurostat, *Science and Technology, Statistics in Focus, 61-72/2007*, Brussels 2007.
- Grandi A., Sobrero M., (a cura di), *Innovazione tecnologica e gestione d'impresa. La gestione strategica dell'innovazione*, Il Mulino, Bologna 2005.
- ISTAT, *L'innovazione nelle imprese italiane. Anni 2002-2004, Statistiche in breve*, 24 novembre 2006.
- ISTAT, *La ricerca e sviluppo in Italia nel 2004, Statistiche in breve*, 9 ottobre 2006.
- Lundvall B. A., (ed.), *National Systems of Innovation*, Pinter, London 1992.
- Malerba F., (a cura di), *Economia dell'innovazione*, Carocci 2000.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), EUROSTAT, *Oslo manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*, Paris: OECD, 2005.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris: OECD, 2006.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), *Main Science and Technology Indicators, Volume 2007/1*, Paris: OECD, 2007.
- Quadrio Curzio A., ed altri, *La competitività dell'Italia. Scienza, ricerca e innovazione*, Il Sole 24 Ore, Milano 2002.
- Schumpeter J. A., [1912] *Teoria dello sviluppo economico* Sansoni, Nuova Biblioteca.
- Schumpeter J. A., [1942] *Capitalismo, socialismo, democrazia*, Etas Libri 1977.
- Silvani A., Sirilli G., A review of the Italian S&T policy and system of innovation, in Larédo Ph. And Mustar Ph., (eds), *Research and Innovation Policies: An International Comparative Analysis*, Elgar, London 2001.
- Sirilli G., *Ricerca e sviluppo*, Il Mulino, Bologna, 2005.
- Sirilli G., *Elogio della ricerca 'inutile'*, *Sapere*, ottobre 2005, pp. 6-20.

- Antonelli C., Il finanziamento pubblico alle attività di ricerca delle imprese. Un tentativo di valutazione, in Antonelli C, e Pennacchi L., (ed.), *Politiche dell'innovazione e sfida europea*, Franco Angeli, Milano, 1989
- Bonaccorsi A., *Un secchio bucato? Ricerca e innovazione nel sistema italiano*, Presentazione al seminario Ricerca e Innovazione per la competitività dei territori: come orientare la politica di sviluppo, Roma, 11 Luglio 2005
- Boschi D., *La valutazione dell'impatto delle politiche tecnologiche: un'analisi classificatoria e una rassegna di alcune esperienze europee*, Ceris-CNR, W.P. N° 18/1996
- Bronzini R., De Blasio G., *Qual è l'effetto degli incentivi agli investimenti ? una valutazione della legge 488/92*, Banca d'Italia, Discussion Papers 582, marzo 2006
- Cannari L., D'Aurizio L., De Blasio G., *The effectiveness of investment subsidies: Evidence from survey data*, Banca d'Italia, Questioni di economia e finanza (Occasional Papers), Number 4 - December 2006
- Cefis E., Evangelista R., La valutazione delle politiche per l'innovazione: un confronto tra Italia e Paesi Bassi, *L'industria*, n. 2, aprile-giugno 2007
- Colombo, G, Mariotti, S., Piva, E., La ricerca e l'innovazione, in: Gallo R., Silva F., (ed.) *Le condizioni per crescere*, Il Sole 24 Ore, IPI, 2006.
- Commissione delle comunità europee, *Investire nella ricerca: un piano d'azione per l'Europa*, Bruxelles, 4 giugno 2003 {SEC(2003) 489}
- Consiglio dei Ministri, DDL 22 settembre 2006, *Schema di disegno di legge recante "Interventi per l'innovazione industriale"*, Testo approvato dal Consiglio dei Ministri nella riunione del 22 settembre 2006
- David Paul A., Hall Bronwyn H., Toole Andrew A., Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence, *Research Policy*, 29 (2000): 497-529.
- Donolo C., Sulle politiche dell'innovazione tecnologica, in Antonelli C, e Pennacchi L., *Politiche dell'innovazione e sfida europea*, Franco Angeli, Milano, 1989
- European Commission – DG Research, *Key Figures 2007*, Luxembourg, 2007
- European Commission - European Trend Chart of Innovation, *European Innovation Scoreboard 2006*, November 2006.
- European Commission - European Trend Chart of Innovation, *Annual Innovation Policy Trends and Appraisal Report. Italy 2007*, <http://www.proinno-europe.eu/>
- European Commission - European Trend Chart of Innovation, *Annual Innovation Policy Trends and Appraisal Report. Italy 2006*, <http://www.proinno-europe.eu/>
- Evangelista R., Rilevanza e impatto delle politiche dell'innovazione in Italia. Prime indicazioni fornite dalle indagini CIS, *Economia e Politica industriale*, 1/2007
- Fagerberg J., Mowery D., Nelson R., *The Oxford handbook of innovation*, Oxford University Press, 2005
- Gallo R., Silva F., Sul coordinamento della politica industriale, *Economia e politica industriale*, 4/2005

- Gallo R., Silva F., (ed.) *Le condizioni per crescere*, Il Sole 24 Ore, IPI, 2006.
- Georghiou L., *Impact and Additionality of Innovation Policy*, Six countries programme on Innovation Spring Conference, 2002
- Grilli L., Mariotti S., Politiche per l'innovazione e cambiamento strutturale in Italia, *L'industria*, n. 2, aprile-giugno 2006
- ISTAT, L'innovazione nelle imprese italiane. Anni 2004-2006, *Statistiche in Breve*, Roma, 7 novembre 2008
- ISTAT, La Ricerca e Sviluppo in Italia 2006, *Statistiche in Breve*, Roma, 24 novembre 2008
- Lundvall B. e Borrás S., Science, technology, and Innovation policy, in Fagerberg J., Mowery D., Nelson R., *The Oxford Handbook of innovation*, Oxford University Press, 2005
- Maccacaro T., *La ricerca tradita. Analisi di una crisi e prospettive di rilancio*, Garzanti, Milano, 2007
- Merito M., Giannangeli S., Bonaccorsi A., Gli incentivi per la ricerca e lo sviluppo industriale stimolano la produttività e la crescita delle imprese? Evidenza sul caso italiano, *L'industria*, n. 2, aprile-giugno 2007
- Ministero dell'Economia e delle Finanze, *Documento di Programmazione Economico-Finanziaria (DPEF) 2007-2011*, luglio 2006
- MIUR, *Programma Nazionale per la Ricerca 2001-2003*, Roma, maggio 2000
- MIUR, *Linee guida per la politica scientifica e tecnologica del Governo 2003-2006*, Roma, 19 aprile 2002
- MIUR, *Programma Nazionale per la Ricerca 2005-2007*, Roma, marzo 2005
- MIUR e MISE, *Programma operativo nazionale (PON) Ricerca e Competitività*, Roma, 30 novembre 2007
- Moncada-Paternò-Castello P., Ciupagea C., Piccaluga A., L'innovazione industriale in Italia: persiste il modello "senza ricerca"? *L'industria*, n. 3, luglio-settembre 2006
- OECD, *Politiche nazionali della Scienza e della Tecnologia – Italia*, Edizione italiana a cura del MIUR, 1992
- OECD, *Tax incentives for research and development: trends and issues*, Paris, 2003
- OECD, *Government R&D Funding and Company Behaviour: Measuring Behavioural Additionality*, Paris, 2006
- OECD, *STI Outlook 2006*, Paris, 2006
- OECD, *OECD Science Technology Industry Outlook 2008*, OECD, Paris, 2008
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per le Politiche Comunitarie, *PICO - Piano per l'Innovazione, la Crescita e l'Occupazione. Piano italiano in attuazione del rilancio della Strategia europea di Lisbona*, Roma, 14 ottobre 2005
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per le Politiche Comunitarie, *Strategia di Lisbona, Piano Nazionale di Riforma. Secondo Rapporto sullo Stato di Attuazione*, Roma, 23 ottobre 2007
- Quadrio Curzio A., Fortis M., Galli G., *La competitività dell'Italia. I. Scienza, Ricerca e Innovazione*, Sipe, Il Sole 24 ORE, 2002

- Quadrio Curzio A. e Fortis M. (a cura di) *Valorizzare un'economia forte. L'Italia e il ruolo della sussidiarietà*, Il Mulino, 2007
- Santarelli E., Zaninotto E., La valutazione degli effetti economici degli incentivi alle imprese, *L'industria*, n. 2, aprile-giugno 2007
- Shapira P., Kuhlmann S., *Learning from Science and Technology Policy Evaluation*, Proceedings from the 2000 US-European Workshop, 2001
- Silva F., La politica industriale del governo Prodi, *Economia e Politica industriale*, 2/2007
- Sirilli G., *Ricerca e sviluppo. Il futuro del nostro paese: numeri, sfide, politiche*, Il Mulino, Bologna, 2005
- Sirilli G., Will Italy meet the ambitious European target for R&D expenditure? *Natura non facit saluts, Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 71(5), pp. 509-523, 2004
- Tocci W., *Politica della scienza. Le sfide dell'epoca alla democrazia e alla ricerca*, EDIESSE, Roma, 2008
- Zara S., Politica industriale: notizie dal fronte, *Economia e politica industriale*, 4/2005
- Zuliani A., Bonaccorsi A., Bruno S., Bucchi M., Calderini M., Perani G., Sirilli G., Toniolo G., Trivellato U., *La valutazione della ricerca. Libro bianco*, Consiglio italiano per le Scienze Sociali, Marsilio, Venezia, 2006

Capitolo 7

- European Communities (2003), *Third European Report on Science & Technology Indicators*. 2003, Brussels, ISBN 92-894-1795-1 (http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm)
- European Communities (2005a), *Key Figures 2005 - Science, Technology and Innovation. Towards a European Knowledge Area*, Brussels, 19 July (http://www.unive.it/nqcontent.cfm?a_id=16009)
- Eurostat (2006), *Science, Technology and Innovation in Europe*, 2006, Brussels.
- ISTAT (2004), *Statistiche sull'innovazione nelle imprese. 1998-2000*, *Informazioni*, n.12, Roma. (http://www.istat.it/dati/catalogo/20040621_02/)
- Istat (2007), *La Ricerca e Sviluppo in Italia nel periodo 2003-2005*, *Statistiche in Breve*, 7 ottobre, Roma. (http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20051007_00/)
- Istat, *L'innovazione nelle imprese italiane. Anni 2002-2004*, *Statistiche in breve*, 24 novembre 2006.
- Istat, *La ricerca e sviluppo in Italia nel 2004*, *Statistiche in breve*, 9 ottobre 2006.
- Leydesdorff L. e H. Etzkowitz, "Emergence of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Science and Public Policy* 23 (1996) 279-86
- Lundvall B.A. et al. (1992), *National Systems of Innovation*, Pinter, London 1992.
- Malerba, F. (a cura di), *Economia dell'innovazione*, Carocci 2000.
- Miur (2002), *Linee guida per la politica scientifica e tecnologica del governo 200*, Roma, 19 aprile. (http://www.miur.it/0003Ricerca/0141Temi/0478PNR_-_/1886PNR_-__.htm)
- Miur (2005), *Programma Nazionale di Ricerca 2005-2007*, Roma (http://www.miur.it/0003Ricerca/0141Temi/0478PNR_-_/0783PNR_20/4811Progra_cf3.htm)

- Oecd (1995), 'Canberra Manual'. *Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T*, Oecd, Paris.
- Oecd (2002), 'Frascati Manual'. *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, Oecd, Paris.
- Oecd (2008), *Main Science and Technology Indicators*, Volume 2005/2, Paris.
- Oecd (2008), *OECD Patent Manual 2008*, Paris. Doc. DSTI/EAS/STP/NESTI(2008)12.
- Oecd, Eurostat (2005), 'Oslo Manual'. *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition, Oecd, Paris.
- Perani G., Prisco M. R., Sirilli G., Innovation at regional level: The CIS4 two-tiered survey in Italy, "Blue Sky" II Forum on 'What Indicators for Science, Technology and Innovation Policies in the 21st Century?', OECD – Statistics Canada, Ottawa, 25-27 September 2006.
- Quadrio Curzio et al. (2002), *La competitività dell'Italia. Scienza, ricerca e innovazione*, Il Sole 24 Ore, Milano.
- Sirilli G. (1997), Science and technology indicators: The state of the art and prospects for the future, in: Antonelli G. and De Liso N. (eds) *Economics of Structural and Technological Change*, London, Routledge.
- Sirilli G., La teoria e la misura del cambiamento tecnologico, in Garonna P., Iammarino S. (a cura di), *Economia della ricerca*, Il Mulino, Bologna, 2000.
- Sirilli G. (2005), *Ricerca e sviluppo. Il futuro del nostro paese: numeri, sfide, politiche*, Il Mulino, Bologna.
- Sirilli G. (2006), Vizi e virtù delle statistiche sulla ricerca. *Sapere*, 2006, pagg. 38-50.

Capitolo 8

- Balzat M., Ebersberger B., (2005), Evaluating the Performance of National Innovation Systems, in print, citato in Grupp (2003)
- Barré R. (2001), *Sense and nonsense of S&T productivity indicators*, Conference on "The contribution of socio-economic research to the benchmarking of RTD policies in Europe", European Commission, Albert Bochette Conference Centre, Brussels, March 15-16.
- Camp, R. C. (1989), *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices That Lead to Superior Performance*, Milwaukee: ASQC Quality Press.
- Ebersberger B., (2002), *Benchmarking Finnish Competitiveness*, Typescript, citato in Grupp (2003)
- European Commission (2003), *Third European Report on Science & Technology Indicators 2003*, Brussels: EUR 20025 EN.
- European Commission (2006), *European Innovation Scoreboard 2006. Comparative Analysis of Innovation Performance*, Brussels, http://www.proinno-europe.eu/doc/EIS2006_final.pdf
- European Commission (2006), *2006 European Regional Innovation Scoreboard (2006 RIS)*, Brussels, http://trendchart.cordis.europa.eu/scoreboards/scoreboard2006/pdf/eis_2006_regional_innovation_scoreboard.pdf

- European Commission, Committee of the Regions (2006), *Mutual Learning Platform. Regional Innovation report. Blueprint for Regional Benchmarking*, Brussels, October, http://www.innovating-regions.org/download/MPL_Benchmarking_25_Sept.pdf
- Eurostat (2007), Community Innovation Statistics. Fourth Community Innovation Survey (CIS4) and European Innovation Scoreboard (EIS) 2006, Statistics in Focus, 116/2007 http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-116/EN/KS-SF-07-116-EN.PDF
- Freudenberg M., (2003) Composite indicators of country performance: A critical assessment, STI Working Paper 2003/16, Paris, OECD.
- Geisler E. (2000), *The Metrics of Science and Technology*, Westport, CT, Quorum Books
- Grupp H. (2003), How robust are composite indicators for evaluating the performance of national innovation systems?, International Conference in honour of Keith Pavitt, SPRU, 13-15 November, <http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/events/ocs/viewpaper.php?id=245>
- Grupp H., Mogege M.E. (2004), Indicators for national science and technology policy: how robust are composite indicators?, *Research Policy*, Volume 33, Issue 9, November, Pages 1373-1384
- Grupp H., Matial S. (2001), *Managing New Product Development – A Microeconomic Toolbox*, Cheltenham, UK and Northampton, US, Edward Elgar Publishing
- Kearnes D. T., (1986), Quality improvement begins at the top, *World*, 20 (5), P. 21.
- ISTAT (2007), La regionalizzazione dei dati CIS4, mimeo
- Lundvall, B. A., (ed.) (1992), *National Systems of Innovation*, Pinter, London.
- Moed, H., W. Glänzel and U. Schmoch (2004), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, Dordrecht: Kluwer.
- Nardo M., Saisana A., Saltelli A., Tarantola A., Hoffman A., Giovannini E. (2005), Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. STI Statistics Working Paper, Paris, OECD
- Paasi, M. (2005), Collective benchmarking of policies: an instrument for policy, *Science and Public Policy*, 32 (1), pp. 17 - 27.
- Patel P., Pavitt K., (1995), Patterns of technological activity: Their measurement and interpretation, in Stonman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford and Cambridge, Mass., Blackwell
- Perani G., Prisco M. R., Sirilli G. (2006), Innovation at regional level: The CIS4 two-tiered survey in Italy, "Blue Sky" II Forum on 'What Indicators for Science, Technology and Innovation Policies in the 21st Century?', OECD – Statistics Canada, Ottawa, 25-27 September
- OECD (2005), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard*, Paris, OECD
- OECD (2006), *OECD Science, Technology and Industry Outlook*, Paris, OECD
- OECD, EUROSTAT (2005), *Oslo manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*, Paris: OECD, 2005.
- Region Lazio (2006), *Innovation Scoreboard (RLIS) 2006*, Roma http://www.filas.it/Downloads/documentazione/Scoreboard_2006_inglese.pdf

Sirilli G. (2005), Developing science and technology indicators at the OECD: The NESTI network, NESTI network, RICYT Seminar "Knowledge networks as a new form of collaborative creation: their construction, dynamics and management", Buenos Aires, November 24 – 25, <http://www.issirfa.cnr.it/3128,2.html>

Capitolo 9

Airaghi A., Busch N.E., Georghiou L., Kuhlmann S., Ledoux M.J., Van Raan A.F.J., Viana Baptista J., (1999), Options and limits for assessing the socio-economic impact of European RTD Programmes, Report by the Independent Reflection Group of the European Technology Assessment Network (ETAN) to the European Commission DG XII, Evaluation Unit, Brussels. January, 1999, 36 pp.

Breno E., Fava G.A., Guardabasso V., Stefanelli M., (2002), La ricerca scientifica nelle università italiane. Una prima analisi delle citazioni della banca dati ISI, Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI), luglio 2002, Roma.

CIVR - Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca, (2003a), Relazione annuale 2000-2001, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Roma.

CIVR - Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca, (2003b), Linee guida per la valutazione della ricerca, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Roma.

Etzkowitz, H, Laydesdorff, L., 2000. The dynamics of innovation: from national system and "Mode 2" to a triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 25, 109-123.

Georghiou L., (1998), Issues in the evaluation of innovation and technology policy, *Evaluation*, vol.4, n. 1, 37-52.

Grupp H. (ed.), (1992), *Dynamics of science based Innovation*, Heidelberg, Springer Verlag.

IPTS-Joanneum Research, (2002), *EPUB RTD Evaluation Toolbox*.

Kodama F., (1995), *Emerging patterns of Innovation. Source of Japan's Technological edge*, Boston, Harvard Business School Press.

Kuhlmann S., (1998), *Moderation of Policy-Making?*, *Evaluation*, vol. 4, n. 2, 130-148 .

Kuhlmann S., (2001), *Management of Innovation System: the role of distributed intelligence*, Apeldoorn/Antwerpen (Maklu ed.), series "Nijmegen Lectures on Innovation Management"; edited by the Faculty of Policy Sciences, Nijmegen University).

Kuhlmann S., (2003), *Evaluation of research and innovation policies: a discussion of trends with examples from Germany*, *Int. J. Technology Management*, vol.26 N.2/3/4.

OCSE, 1992, *Reviews of national science and technology policy-Italy*, Paris.

PRIN-COFIN - Commissione per la Valutazione dei programmi di ricerca per l'Università, (2002), *Relazione finale della Commissione della Valutazione dei programmi di ricerca per l'Università - Anno 2002*, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Roma

RAE – Research Assessment Exercise, (2001): <http://www.hero.ac.uk/rae>

- Rossi F., Stefani E., (2002), La valutazione della ricerca in Italia: repertorio di fonti web, Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI), luglio 2002, Roma.
- Savini L., Silvani A., (1997), La valutazione della ricerca come strumento di politica scientifica: un'analisi comparata della realtà europea ed alcuni commenti e suggerimenti sul caso italiano, *Rassegna Italiana di Valutazione*, n. 5/97
- Silvani A., (2000), La valutazione della ricerca in Italia: scienza, burocrazia, arte o mestiere? In *Valutazione 2000-Esperienze e riflessioni*, a cura di M. Palumbo, Franco Angeli, Milano.
- Silvani A., Sirilli G., (1995), R&D Evaluation in Italy: a science and technology policy view, *Research Evaluation*, vol. 1, n.5.
- Sirilli G., Melicani V., (1994), Research evaluation at the National Research Council of Italy: a survey of decision-makers, *Research Evaluation*, Vol. 4, n. 2, 75-88.
- Technopolis (2001), An international review of methods to measure relative effectiveness of technology policy instruments, Rapport aan het Ministerie van Economische Zaken, Technopolis, Amsterdam.

Capitolo 10

- Baker, J.L., (2007), The UK Research Assessment Exercise: The Evolution of National Research Evaluation Systems, *Research Evaluation*, vol. 16, 1, pp. 3-12.
- Carlucci C. Pellegrini, G. (2003), "Gli effetti della legge 488/92: una valutazione dell'impatto occupazionale sulle imprese agevolate", *Rivista italiana degli economisti* COMPLETARE
- Cavallaro, C., Paolini, F., Sirilli, G. (2006) Una valutazione dei Piani di potenziamento delle ricerca gestiti dal Miur, www.issirfa.cnr.it
- Corte dei conti (2005) "Indagine di controllo sulla gestione della ricerca svolta nelle aree depresse del paese con interventi di programmazione negoziata (Prot. N. 935/I)", Roma.
- EUROSTAT (2007), Community Innovation Statistics. *Statistics in Focus*, Science and Technology, 81/2007.
- European Presidency (2000), Lisbon European Council, 23 and 24 March 2000
http://consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/ec/00100-r1.en0.htm
- European Presidency (2002), Barcelona European Council, 15 and 16 March 2002
http://consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/ec/71025.pdf
- Fahrenkrog G., Polt W., Rojo J., Tubke A., Zinoker K., (eds) (2002), *RTD Evaluation Toolbox - Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies*, European Commission and Joanneum Research, Vienna, June.
- Geuna, A., Ben Martin, R. (2003), *University Research Evaluation and Funding: An International Comparison*, Kluwer Academic Publishers, *Minerva* 41: pp. 277-304.
- ISTAT (2004), *Statistiche sull'innovazione delle imprese. Anni 1998-2000*, *Collana Informazioni*, n. 12,

- Kanninen, S., Lemola, T. (2006) *Methods for evaluating the impact of basic research funding*, Academy of Finland.
- Lundvall B.A. (ed.) (1992), *National Systems of Innovation*, Pinter, London.
- Lorenz E., Lundvall B.A. (eds) (2006), *How Europe's Economies Learn*, Oxford University Press.
- LUNDVALL, B. A., (ed.), *National Systems of Innovation*, Pinter, London 1992.
- Malerba F., (2000), *Economia dell'innovazione*, Carocci.
- Ministero delle attività produttive (2003), *Valutazione delle 488/92. Gli effetti occupazionali sul territorio, Relazione sugli interventi di sostegno alle attività economiche e produttive*, Roma.
http://wai.minindustria.it/organigramma/documento.php?nodo=88&id=2440&sezione=organigramma&tema_dir=temaWAI
- Ministero dello sviluppo economico (2006), *Relazione sugli interventi di sostegno alle attività economiche e produttive*. <http://www.attivitaproduttive.gov.it/organigramma>
- OECD (2005), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard*, Paris.
- OECD(2006), *Evaluation of publicly funded research: recent trends and perspectives*, Parigi.
- Pellegrini, G, (2002), www.lavoce.info, "La legge 488 è stata utile per lo sviluppo del Mezzogiorno. Ma lo sarà ancora?", 28.11.2002.
- Shapira P., Kuhlmann S., (eds.) (2003), *Learning from Science and Technology Policy Evaluation, Proceedings from the 2000 US-European Workshop*, Elgar.
- Silvani A., Sirilli G., Tuzi F. (2005), *R&D evaluation in Italy: More needs to be done*, *Research Evaluation*, volume 14, number 3, December, pp.207-215.
- Sirilli G. (2002), *Gli indicatori per l'economia della conoscenza*, in: Quadrio Curzio A., Fortis M., Galli G., *La competitività del sistema Italia. I. Scienza, Ricerca e Innovazione*, Sipe, Il Sole 24 ORE.
- Sirilli G. (2005a), *Ricerca e sviluppo. Il futuro del nostro paese: numeri, sfide, politiche*, Il Mulino, Bologna 2005.
- Sirilli G., (2005b), *Elogio della ricerca 'inutile'*, *Sapere*, anno 71° numero 5 (1040), ottobre 2005, pagg. 6-20.
- Vadalà, E. (2005) "Impatto macroeconomico della legge 488/92 in Sicilia e nelle altre regioni del mezzogiorno", *Economia pubblica*, n.6, pp. 5-24, 2005.
- Zinocker K., *Evaluating Austria's R&D Policies. Some Personal Comments*, in *Evaluation of Austrian Research and Technology Policies. A Summary of Austrian Evaluation Studies from 2003 to 2007*, Platform Research and technology Policy Evaluation & Austrian Council for Research and Technology Development (Eds.). Vienna, 2007.
- Zuliani A., Bonaccorsi A., Bruno S., Bucchi M., Calderini M., Perani G., Sirilli G., Toniolo G., Trivellato U. (2006), *La valutazione della ricerca. Libro bianco*, Consiglio italiano per le Scienze Sociali, Marsilio, Venezia.

- Archibugi D., Cohendet P., Kristensen A., Schaffer K-A. (1994), Evaluation of the Community Innovation Survey (CIS) - Phase I, EIMS Publication No. 11, European Commission, Brussels, October.
- Archibugi D., Lundvall B.A. (2001), *The Globalising learning economy*, Oxford University Press.
- Barré R.(2001), Sense and nonsense of S&T productivity indicators, Conference on “The contribution of socio-economic research to the benchmarking of RTD policies in Europe”, European Commission, Albert Bochette Conference Centre, Brussels, March 15-16.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – CERIS (2007), *Scienza e tecnologia in cifre*, Roma, http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Datiestatistiche/ScienzaTecnologia_cifre.html.
- Dernis H. (2001), Patent falinies: Methodology, OECD, NESTI, Paris, 4 May 2001.
- Earl L., Gault F. (2006), *National Innovation, Indicators and Policy*, Edward Elgar Publishing.
- European Commission (2001), Towards a European Redsearch Area - Key Fugures 2001 Special Edition Indicators for benchmarking of national research policies, Brussels.
- European Communities (2003), *Third European Report on Science & Technology Indicators*. 2003, Brussels, ISBN 92-894-1795-1 (http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm)
- European Communities (2005), *Key Figures 2005 - Science, Technology and Innovation. Towards a European Knowledge Area*, Brussels, 19 July (http://www.unive.it/nqcontent.cfm?a_id=16009)
- European Communities (2008), *A more research-intensive and integrated European Research Area. Science, Technology and Competitiveness. Key Figures Report 2008/2009*. Luxembourg, www.ec.europa.eu/research/era/pdf/key-figures-report2008-2009_en.pdf.
- European Commission (2009), European innovation scoreboard 2008. Comparative analysis of innovation performance, January, Brussels. www.proinno-europe.eu/EIS2008.
- Eurostat (1995), *The regional dimension of R&D and innovation statistics - Regional Manual*, Luxembourg.
- Eurostat (2008a), *Science, technology and innovation in Europe*, Luxembourg, European Communities, ISBN 978-92-79-07801-9.
- Eurostat (2008b), *Statistics in Focus, Science and Technology*, 26/2008. www.Eurostat.ec.europa.eu.
- European Venture Capital Association, (2009), www.evca.com.
- Francoz D. (2000), *Measuring R&D in R&D and innovation surveys: Analysis of causes of divergence in nine OECD countries*, OECD, NESTI, Paris, 5-7 July.
- Gavigan J. P., Cahill E., Rojo J. (2001), S&T indicators on the new economy: the ‘soft technology’ gap, in: European Commission, *Statistics on Science and Technology in Europe, Data 1985-1999*, European Communities, ISBN 92-894-0176-1.
- Hansen J. (1992), *New Indicators of Industrial Innovation in Six Countries. A Comparative Analysis*, Final report to the US National Science Foundation, Washington, June.
- Hatzichronoglou T., (1996) *Globalisation and Competitiveness: Relevant Indicators*, STI Working Papers 1996/5, OECD, Paris.

- Klein, S. J., Rosenberg N., (1986), An Overview of Innovation, in National Academy of Engineering, The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, The National Academy Press, Washington D.C.
- INIST – Institute for Scientific and Technical Information, France (2009), Pascal database, <http://international.inist.fr/article21.html>.
- Inno-Policy TrendChart (2008), Policy Trends and Appraisal Report. Italy – 200, http://www.proinno-europe.eu/index.cfm?fuseaction=page_display&topicID=263&parentID=52.
- Istat (2008a), L'innovazione nelle imprese italiane. Anni 2004-2006, Statistiche in Breve, 7 novembre, Roma, http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20081107_00/.
- Istat (2008b), La Ricerca e Sviluppo in Italia nel 2006, Statistiche in Breve, 24 novembre, Roma. (http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20081124_00/).
- Jankowski J. (2001), Relationship between data from R&D funders and performers, OECD, NESTI, Paris, 3 May.
- Kula W.(1986), Measures and Men, Princeton University Press.
- Madeuf B. (1984), "International Technology Transfer and International Technology Payments: Definitions, Measurements and Firm's Behaviour", Research Policy 13, 125-140.
- MEADOW Project (2009), Measuring the Dynamics of Organisations and work. <http://www.meadow-project.eu/>.
- Moed F., Glanzel W., Schmoch U. (2004), Handbook of Quantitative Science and Technology Research, Kluwer Academic Publishers, London.
- National Science Board (2008), Science & Engineering Indicators 2000, Arlington, Va: National Science Foundation. <http://www.nsf.gov/statistics/seind08/>.
- OECD (1992), Technology and the Economy. The Key Relationships, OECD, Paris.
- OECD (1994), 'Canberra Manual'. Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T, Oecd, Paris.
- OECD (1996) The Knowledge-based economy, OECD, Paris.
- OECD (2001), Session on Globalisation. Chapter 3. Internationalisation of Technology, Doc. DSTI/EAS/IND/SWP(2001)3, Paris, 23 February.
- OECD (2002), Frascati Manual. Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, OECD, Paris.
- OECD (2006), Community innovation statistics, September Paris, www.oecd.org/dataoecd/37/39/37489901.pdf.
- OECD (2007), OECD Science, technology and Industry Scoreboard, OECD, Paris.
- OECD (2008a), Science, technology and industry Outlook, Paris,
- OECD (2008b) Main Science and Technology Indicators, Volume 2008/2. <http://www.oecd.org/dataoecd/9/44/41850733.pdf>.
- OECD (2008c), OECD Handbook on the capitalisation of intangible assets, Doc. DSTI/EAS/STP/NESTI(2008)31.

- OECD (2008d), NESTI Roadmap: Contributions to the Innovation Strategy and Long-term Directions
Doc. DSTI/EAS/STP/NESTI(2008)13.
- OECD (2009a), Patent Statistics Manual, OECD, Paris.
- OECD (2009b), 1990-2006 Earned doctorates: Where and how are they used? Results of the first data
collection on careers of doctorate holders, Doc. DSTI/EAS/STP/NESTI(2009)11.
- OECD (2009c), Guidelines for a harmonised statistical approach to public biotechnology R&D, Doc.
DSTI/EAS/STP/NESTI(2009)1.
- OECD (2009d), 2009 Interim Report on the OECD Innovation Strategy, May 14, OECD, Paris.
- OECD- Eurostat (2005), Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data.
OECD, Paris.
- Okubo Y. (1995) Understanding Bibliometrics: Draft Manual on the Use of Bibliometrics as Science and
Technology Indicators, OECD, Paris, 26 April.
- Pietronero L. (2006), Complessità e Interdisciplinarieta nell'Organizzazione Scientifica, Convegno: "Il
Filosofo e il Facchino" (Adam Smith), Venezia 25 Maggio 2006, Auditorium Santa Margherita,
<http://www.scienzaonline.com/fisica/complessita-nterdisciplinarieta-orga-scientifica.html>.
- Sirilli G. (1998) Old and new paradigms in the measurement of R&D, Science and Public Policy, volume
25, n. 5, October, pages 305-311.
- Sirilli G. (2000), La teoria e la misura del cambiamento tecnologico, in Garonna P., Iammarino S. (a
cura di), Economia della ricerca, Il Mulino, Bologna.
- Sirilli G.. (2005), Ricerca e sviluppo, Il Mulino, Bologna.
- Sirilli G. (2006), Vizi e virtù delle statistiche sulla ricerca, Sapere, 2006, pagg. 38-50.
- Sirilli G. (2008), Innovazione tecnologica, Enciclopedia della Scienza e della Tecnica, vol. V, pp. 311-
322, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana.
- Sirilli G., Evangelista R. (1998), Technological innovation in services and manufacturing: results from
Italian surveys, Research Policy, 27, pages 881-899.
- Smith K. (1998), Science, technology and innovation indicators. A guide for policy makers, IDEA Report
n. 5, STEP Group, Oslo. www.step.no
- Stenberg L., Gustafsson E., Marklind G. (1996), Use of human resource data for analysis of the
structure and dynamics of the Swedish innovation system, Conference on New S&T Indicators for
a Knowledge-based Economy, OECD, 20-21 June, Paris.
- Thomson Reuters, Science Citation Index,
http://thomsonreuters.com/products_services/science/science_products/a-z/science_citation_index.
- Ufficio Italiano Cambi (2007), Bilancia dei pagamenti della tecnologia,
<http://uif.bancaditalia.it/UICFEWebroot/>.
- Van Raan A. F. J. (1988), Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology, North-Holland.
- Vosselman K. (1992), Workshop on the measurement of intangible investment. A note on the collection
and dissemination of data, OECD, Paris.
- Young A., Methodologies for better derivation of R&D data on hospitals and clinical trials, OECD,
NESTI, April 2001.

- Abramo G. (1998), Il sistema ricerca in Italia. Il nodo del trasferimento tecnologico, *Economia e Politica industriale*, 99.
- Balconi M. Breschi S., Lissoni F. (2003), Il Trasferimento delle conoscenze tecnologiche dall'università all'industria in Italia: Nuova evidenza sui brevetti di paternità dei docenti, in: Bonaccorsi A. (ed.) *Il sistema della ricerca pubblica in Italia*, Franco Angeli, Milano.
- Bush V. (1945), *Science the Endless Frontier*, National Science Foundation, Washington D.C..
<http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>
- Clarisse B., Heirman A, Degroff J.J., (2001), An institutional and resource-based explanation of growth patterns of research-based spin-offs in Europe, *STI Review*, 26, 75-96.
- Charles D., Conway C. (2001), Higher Education-Business Interaction Survey, A Report to the UK HE funding bodies and the Office of Science and Technology, Newcastle: University of Newcastle, Centre for Urban and Regional Development Studies (CRUDS).
- CNR (2004), *Report 2003*, Roma.
- Commission of the European Communities (2003a), *Third European Report on Science and Technology Indicators 2003*, European Communities, Luxembourg, ISBN 92-894-1795-1
www.cordis.lu/indicators/third_report.htm
- Commission of the European Communities (2003b), Communication from the Commission 'The role of the universities in the Europe of knowledge' (COM2003 58 final).
- Commission of the European Communities (2004), Communication from the Commission 'Europe and Basic Research', Brussels, 14 January (COM2004 9 final).
- David P. A (2004)., *New Science, New industry – and New Institutions? Second Thoughts on Innovation and the role of the Universities in the European Research Area*, Conferenza su "Nuova scienza, nuova industria", Accademia dei Lincei, Roma, 13-14 ottobre.
- Freeman C., Soete L. (1997), *The Economics of Industrial Innovation*, Third Edition, Pinter, London and Washington.
- Geuna A., Nesta L. (2004), University Patenting and its Effects on Academic Research: The Emerging European Evidence, Forthcoming in *Research Policy*.
- Mansfield E. (1998), Academic research and industrial innovation: an update of empirical findings, *Research Policy* 26, 773-776.
- Massey D., Quintas P., Wield D., (1992), *High Tech Fantasies: Science Parks in Society, Science and Space*, Routledge, London.
- Meyer M., (2003), Academic patents as an indicator of useful research? A new approach to measure academic inventiveness, *Research Evaluation*, 12(1): 17-27.
- MIUR (2004a), *Programma Nazionale della Ricerca 2004-2006*, Roma.

- MIUR (2004b), Contributo italiano al dibattito sul futuro della politica europea della ricerca, <http://www.miur.it/UserFiles/1776.pdf>
- Mowery D., Sampat B. N., Siedonis A., (2001), Learning to patent policy debates in the Usa, 1925-1980, *Industrial and Corporate Change* 10 (3): 781-815.
- National Audit Office (2002), Delivering the Commercialisation of Public Sector Science. Report by the Comptroller and Auditor General, London, HMSO, February.
- Nelsen, L. (1998), The rise of intellectual property protection in the American university, *Science*, 279 (5356): 1460-61.
- Nelson R. R., (2001), Observations on the Post-Bayh-Dole rise of patenting at American universities, *Journal of Technology Transfer*, 26: 13-19
- OECD (2003), *Turning Science into Business. Patenting and Licencing at Public Research Institutions*, Paris.
- OECD (2004), Meeting of the OECD Committee for Scientific and Technological Policy at Ministerial Level: Science, Technology and Innovation for the 21st Century. Final Communiqué, Paris, 30 January.
- OTA (1986), Research funding as an investment: can we measure the returns? technical memorandum, Office of Technology Assessment, US Government Printing Office, Washington, DC.
- Salter, Martin B. (2001), The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review, *Research Policy*, 30, pp. 509-532.
- Schmoch U. (2000), Wissens- und Technologietransfer aus öffentlichen Einrichtungen im Spiegel von Patent- und Publikationsindikatoren, in: Schmoch, U., Licht G., Reinhard, M. (eds.), *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Sirilli (2005), *Ricerca e sviluppo. Il futuro del nostro paese: numeri, definizioni, problematiche*, Il Mulino, Bologna, 2005.
- Smith K. (2002), Assessing the economic impact of ICT, STEP Report ISSN 0804-8185, <http://www.step.no/reports/Y2002/0102.pdf>
- Sterlacchini A. (2004), Ricerca ed alta tecnologia in Italia: le basi per un rilancio, *L'Industria*, n. 4.
- United Nations (2004), Interactive dialogue on harnessing emerging technologies to meet the Millennium Development Goals – Sao Paulo, Brazil, June 14.



Piazza Rondanini, 48
00186 Roma
www.fondazionecri.it