



CRUI

Conferenza dei Rettori
delle Università Italiane

Un aggiornamento sull'impatto della ricerca
scientifica e tecnologica italiana
in ambito internazionale (1981-2004).
Analisi preliminare.

di

Elena Breno, Giovanni A. Fava,
Vincenzo Guardabasso e Mario Stefanelli

Il volume è frutto delle riflessioni del Gruppo di lavoro costituito da:

Elena Breno, Fondazione CRUI per le Università Italiane

Giovanni A. Fava, Università degli studi di Bologna - Dipartimento di Psicologia

Vincenzo Guardabasso, Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico di Catania

Mario Stefanelli, Università degli studi di Pavia - Dipartimento di Informatica e Sistemistica

Pubblicazione distribuita gratuitamente

Copyright 2005 by CRUI, Roma, Italy

www.cruai.it

Tutti i diritti riservati.

È vietata la riproduzione, anche parziale o ad uso interno o didattico, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la fotocopia, non autorizzata dalla CRUI.

Editing: Eleonora Chirichilli

Indice

<i>Prefazione</i>	pag.	5
<i>Introduzione</i>	pag.	7
<i>L'impatto della ricerca scientifica italiana in ambito internazionale</i>	pag.	11
<i>L'Italia e il Mondo: analisi per aree scientifiche</i>	pag.	21
<i>Considerazioni conclusive</i>	pag.	31

Prefazione

Diversi motivi portano a considerare la situazione della ricerca scientifica italiana: da necessità a livello di sistema-Italia (individuare le aree di eccellenza, selezionare le aree di intervento, valutare il posizionamento internazionale) e di valutazione di singole istituzioni, fino alle valutazioni individuali nei concorsi e per l'attribuzione di incarichi.

Qualunque analisi condotta per i motivi sopra esposti, non può prescindere da una valutazione seria ed oggettiva. Pertanto, la valutazione deve utilizzare anche metodi quantitativi, per costruire indicatori che aiutano ad indirizzare le indispensabili analisi qualitative (peer-review, comitati o altro).

Allo scopo di valutare la “qualità” della produzione scientifica (lavori pubblicati su riviste internazionali) è invalso l'uso dell'Impact Factor, un indicatore bibliometrico calcolato dalla ISI-Thomson americana, che rappresenterebbe la “valenza qualitativa media” delle riviste scientifiche, e quindi indirettamente dei lavori pubblicati. Tale indicatore è stato usato nei concorsi universitari, nella valutazione degli IRCCS, e ne viene invocato l'uso anche in altri contesti (scelta dei primari ospedalieri).

La CRUI ha intrapreso, ormai da diversi anni, la strada dell'analisi delle citazioni, che utilizza le stesse banche dati dell'ISI-Thomson in modo molto più preciso ed articolato, mettendo in relazione il numero di lavori pubblicati (la “produzione” scientifica) ed il numero di citazioni da questi ricevute (la “valenza” scientifica per la comunità internazionale dei ricercatori). Questo metodo richiede certamente un maggiore impegno, di risorse e di tempo, ma assicura risultati più precisi e dettagliati.

Lo scopo dell'attività di ricerca condotta dal gruppo di lavoro CRUI è di proporre una metodologia standard per la valutazione della produzione scientifica universitaria basata sull'utilizzo dell'analisi delle citazioni. Già nel 2002 questa attività di ricerca ha portato all'elaborazione di una

pubblicazione CRUI, che ha avuto una certa risonanza sia a livello nazionale che internazionale (*Science*, novembre 2002).

Questa relazione preliminare costituisce il primo passo di una nuova fase delle analisi, che si avvia adesso con l'impegno diretto ed esclusivo di numerose Università, attraverso la CRUI; con l'acquisizione dei dati ISI più aggiornati, ci si propone di condurre diverse analisi, globali e di settore, sulle attività delle Università.

Attualmente il Centro Studi CRUI è impegnato nel coordinamento e monitoraggio della revisione degli indirizzi di istituti e dipartimenti nei dati ISI da parte degli atenei, in modo da disporre e poter fornire alle università dati certificati ed estremamente particolareggiati, che consentiranno agli atenei stessi analisi valutative interne anche a livello di singola struttura di ricerca.

Piero Tosi

Introduzione

Gli ultimi anni hanno rappresentato una vera e propria sfida per la ricerca a livello mondiale: la sua naturale dinamicità, volta ad un progressivo miglioramento, è stata fortemente limitata dalla generalizzata crisi economica che ha impedito e impedisce tuttora ai governi di destinare adeguate risorse a queste attività: *“Recent years have been challenging ones for science, technology and industry...Economies worldwide have endured an economic slowdown from which they are only now beginning to recover and which has constrained the capacity of governments and industry to invest in science, technology and innovation.”*¹

In questo contesto, lo scopo di questo lavoro preliminare è di valutare l'andamento della produzione scientifica italiana sul piano internazionale. L'analisi delle citazioni permette infatti di confrontare la produzione scientifica di diverse nazioni^{2,3}. Nel 2002 abbiamo effettuato una prima analisi delle citazioni tratte dalla banca dati ISI per il periodo 1981-1999⁴. Nel primo capitolo di quel lavoro era messa in evidenza la posizione del “sistema ricerca Italia” nei confronti di altre nazioni. Lo scopo di questo lavoro è fornire un aggiornamento fino ai primi dati disponibili per il 2004, per verificare se siano intervenuti cambiamenti rispetto alle tendenze rilevate allora della produzione della ricerca italiana nelle aree tecnico-scientifiche.

¹ OECD Science, Technology and Industry Outlook 2004.

² Adams, J., Benchmarking international research, in “Nature”, 396:615-618 (1998).

³ Fava, G. A., Montanari A., National Trends in Behavioral Sciences (1981-1996), in “Psychother Psychosom”, 67:281-301 (1998).

⁴ E. Breno, G. A. Fava, V. Guardabasso, M. Stefanelli, La ricerca scientifica nelle università italiane: una prima analisi delle citazioni della banca dati ISI. Conferenza dei Rettori delle Università italiane, 2002, 103 pp.

Il calcolo di indicatori bibliometrici, utilizzati nel mondo scientifico per la valutazione della ricerca, è reso possibile dalla disponibilità di database come quello gestito dall'ISI-Thomson di Filadelfia, che raccoglie i dati da più di 8.000 riviste scientifiche molto diffuse (prevalentemente in lingua inglese) che si avvalgono di un sistema di referee (valutatori esterni indipendenti) per la selezione dei lavori da pubblicare. Le informazioni raccolte dall'ISI fanno riferimento non solo ai lavori pubblicati, ma anche al loro “destino”, cioè quali altri lavori hanno citato negli anni successivi ciascuno di quelli inseriti nel database. Il rapporto tra il numero delle citazioni e il numero dei lavori pubblicati è definito “Citation Impact”. Il Citation Impact non ha nulla a che vedere con l'Impact Factor (IF). Quest'ultimo è il rapporto tra le citazioni che una rivista ottiene, in un determinato anno, per gli articoli pubblicati nei due anni precedenti, ed il numero di questi articoli. L'IF fornisce un'indicazione del numero medio di citazioni che ci si aspetta che un articolo pubblicato su una certa rivista in un determinato anno ottenga. Il calcolo alla base del Citation Impact si riferisce invece alle citazioni effettive che ogni articolo ha ottenuto. Il Citation Impact, nel seguito chiamato “Impatto”, è quindi il rapporto tra il numero totale di citazioni ricevute ed il numero totale di lavori pubblicati. Visto che, se una pubblicazione viene citata, anche per essere confutata, si può pensare che sia stata utile al lavoro di chi la cita, l'indicatore di “impatto” si riferisce direttamente alla “presenza”, e quindi in un certo senso alla “utilità”, che le pubblicazioni di un ente (nazione, università, struttura di ricerca) hanno avuto nel mondo scientifico. Può, quindi, essere utilizzato come elemento quantitativo, insieme ad altri indicatori qualitativi o quantitativi, nel “processo informativo” che può portare ad una valutazione obiettiva della ricerca scientifica⁵.

Anche il Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca (CIVR), l'organismo istituzionale a cui è stato affidato il compito fondamentale di promuovere l'attività di valutazione della ricerca attraverso il sostegno alla qualità ed alla migliore utilizzazione scientifica della ricerca nazionale, nelle sue Linee guida⁶ fa riferimento esplicito all'utilizzo, laddove possibile, degli indicatori bibliometrici, indicando che “è indispensabile garantire l'accesso delle strutture alle banche dati ISI”.

⁵ Adams, J., et al. (1997), Benchmarking of the international standing of research in England. University of Leeds, Centre for Policy Studies in Education: <http://www.evidenceuk.com/downloads/benchmark-report.pdf>.

⁶ MIUR Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca. Linee guida per la Valutazione della Ricerca: http://www.civr.it/linee_guida/linee_guida.pdf. Documento nel quale viene individuato il processo di valutazione che il Comitato ha attuato dal 2004 e che coinvolge tutto il sistema ricerca italiano (università, enti e mondo industriale).

Si deve sottolineare che in queste analisi per produzione scientifica “italiana” si intende la produzione scientifica di un ricercatore afferente ad una qualsiasi istituzione nazionale. Sono considerate tutte le istituzioni i cui ricercatori hanno collaborato ad una pubblicazione, e non soltanto quella del primo autore o quella menzionata come indirizzo per la corrispondenza. Non sono invece comprese nel database le pubblicazioni di ricercatori di nazionalità italiana operanti in istituzioni straniere, a meno che i ricercatori, pur trovandosi temporaneamente all'estero nell'ambito di collaborazioni internazionali, indichino come affiliazione anche il nome della propria struttura di ricerca italiana.

L'impatto della ricerca scientifica italiana in ambito internazionale

I dati su cui sono state effettuate le analisi sono i *National Science Indicators* (NSI), un prodotto dell'ISI Thomson che mette a disposizione un insieme di indicatori per l'analisi comparata della produzione scientifica di un centinaio di nazioni nell'arco di tempo 1981-2004. Le informazioni contenute nel NSI fanno riferimento al numero di lavori pubblicati, al numero delle citazioni ricevute da questi lavori, ed all'impatto.

Nella tabella 1 si analizza la produzione scientifica italiana, ovvero “quanto” i ricercatori del nostro paese hanno prodotto negli ultimi 10 anni (1995-2004), rispetto ai loro colleghi che lavorano in altri paesi dell'Unione Europea.

L'Italia si pone in buona posizione (quarta) come “quantità” di lavori pubblicati; il numero di pubblicazioni è circa il doppio di quello della Svezia e dell'Olanda, addirittura più del quadruplo rispetto alla Danimarca, tutti paesi che comunque hanno popolazione e risorse diverse dall'Italia. Se però andiamo ad analizzare l'impatto calcolato come rapporto tra citazioni avute e numero di lavori, l'Italia si colloca al decimo posto, con un valore leggermente superiore a quello medio europeo (8,6) in una posizione migliore della Spagna e della Grecia, ma decisamente più bassa rispetto a Svezia, Olanda e Danimarca. L'Italia, quindi, produce molto ma viene poco citata, ovvero il suo apporto alla ricerca scientifica e tecnologica viene ritenuto meno significativo o comunque viene meno riconosciuto rispetto, ad esempio, ai paesi del nord che detengono il primato assoluto in Europa.

**Tabella 1: Le nazioni dell'UE elencate per
impatto complessivo nel periodo 1995-2004**

Nazione	Citazioni (C)	Pubblicazioni (P)	Impatto (C/P)
NETHERLANDS	2.128.698	187.435	11,36
DENMARK	832.180	74.420	11,18
SWEDEN	1.582.116	145.835	10,85
UK	7.012.265	680.826	10,30
FINLAND	715.224	69.708	10,26
BELGIUM	954.517	98.363	9,70
GERMANY	5.928.770	628.692	9,43
FRANCE	4.174.359	462.375	9,03
AUSTRIA	609.068	68.047	8,95
ITALY	2.640.791	302.730	8,72
IRELAND	210.013	26.029	8,07
MALTA	3.511	454	7,73
SPAIN	1.531.248	211.198	7,25
LUXEMBOURG	6.520	938	6,95
ESTONIA	34.116	5.343	6,38
HUNGARY	237.321	37.576	6,32
PORTUGAL	173.547	29.257	5,93
CYPRUS	9.816	1.659	5,92
GREECE	257.817	47.286	5,45
CZECH REPUBLIC	213.391	41.591	5,13
SLOVENIA	61.757	12.157	5,08
POLAND	448.409	92.718	4,84
LITHUANIA	21.395	4.613	4,64
LATVIA	14.402	3.158	4,56
SLOVAKIA	83.106	19.109	4,35
EUROPEAN UNION	24.530.825	2.849.592	8,61

Tuttavia, è di notevole interesse il trend della produzione scientifica nel corso degli anni, sempre in relazione agli altri paesi europei. A tal fine nella tabella 2 si confronta nel dettaglio la percentuale di crescita di numero di lavori scientifici che si è avuta nell'ultimo decennio e nell'ultimo quinquennio. I dati riguardanti il Lussemburgo, Cipro e Malta non sono stati inseriti nella tabella 2 in quanto la loro produzione, piuttosto limitata (inferiore a 2.000 pubblicazioni nel decennio), potrebbe rendere i risultati inattendibili.

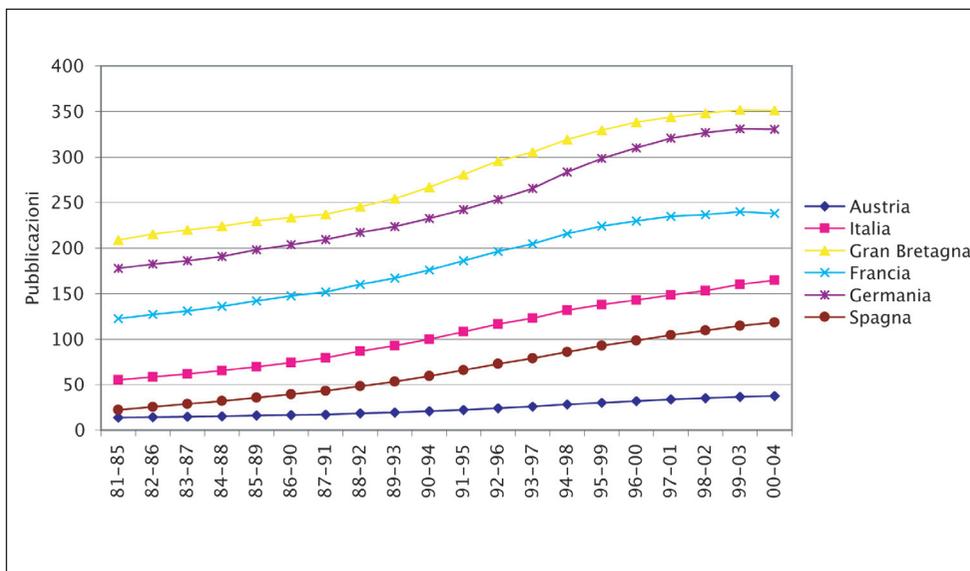
**Tabella 2: Percentuale di aumento del numero di pubblicazioni
(anno 2004 rispetto all'anno 1994 e rispetto al 1999)**

Nazione	percentuale di aumento 2004 rispetto al 1994	percentuale di aumento 2004 rispetto al 1999
LITHUANIA	161,2	62,8
PORTUGAL	214,4	49,6
GREECE	102,8	41,5
POLAND	79,0	32,8
SLOVENIA	125,9	28,0
ESTONIA	101,8	26,9
IRELAND	83,1	25,1
CZECH REPUBLIC	50,7	23,3
SPAIN	75,2	18,5
ITALY	48,2	16,2
AUSTRIA	65,9	13,7
BELGIUM	48,3	13,1
NETHERLANDS	27,2	9,9
DENMARK	29,1	6,1
FINLAND	36,7	5,5
HUNGARY	43,6	5,1
SWEDEN	23,7	0,4
GERMANY	27,9	-0,7
UK	16,9	-0,7
FRANCE	17,1	-3,5
LATVIA	13,2	-4,2
SLOVAKIA	-1,0	-7,6
EUROPEAN UNION	24,9	2,8

L'Italia mostra una sostanziale crescita tra il 1994 ed il 2004 (circa il 50%), mentre nell'ultimo quinquennio l'aumento è pari al 16,2%, collocandosi comunque in un'ottima posizione rispetto al valore europeo (+2,8%). Analogamente la Spagna raggiunge un incremento pari al 75% nel decennio e riduce la crescita nel quinquennio, rimanendo però in ascesa (+18,5%). La Germania e la Gran Bretagna hanno un buon incremento generale nel decennio (+27,9% e +16,8%), ma nel quinquennio la crescita del numero di pubblicazioni si arresta. La Francia nel 2004 ha una produzione scientifica ridotta del 3,5% rispetto a cinque anni prima. Pur avendo subito una flessione nella produzione, i lavori di questi paesi riescono ad aver una notevole eco a livello internazionale, infatti il loro impatto continua a salire (vedi figura 2), mentre quello dell'Italia rimane quasi identico a quello del periodo precedente.

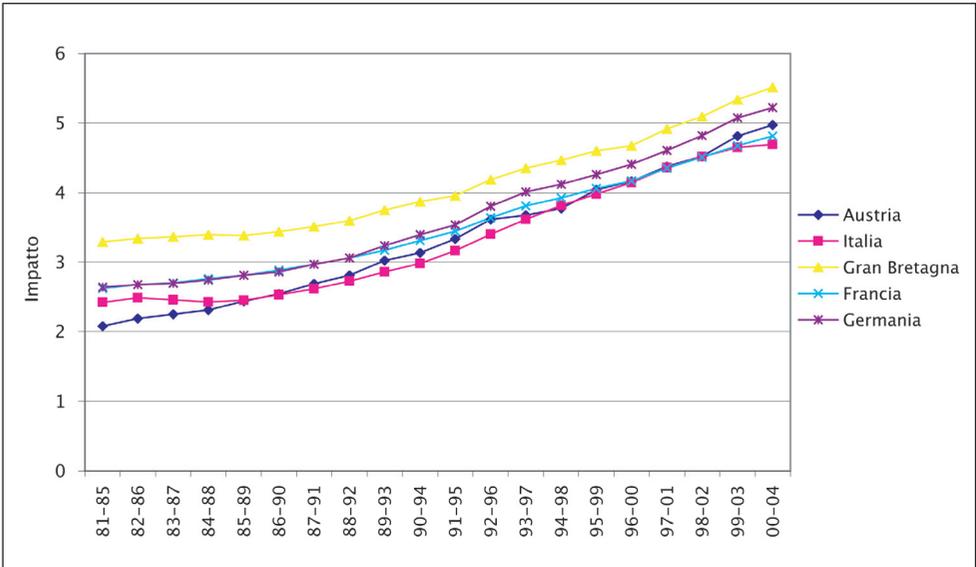
Nella figura 1 presentiamo l'andamento del numero di pubblicazioni di questi paesi negli ultimi 24 anni. I dati sono espressi come risultati quinquennali per quinquenni sovrapposti, allo scopo di smussare le oscillazioni.

Figura 1: Andamento del numero di pubblicazioni dal 1981 al 2004 (valori espressi in migliaia)



La Germania e la Gran Bretagna si staccano in maniera decisa dagli altri paesi europei, continuando a produrre circa il doppio di pubblicazioni dell'Italia; mentre negli anni '80 la produzione britannica risulta superiore al triplo di quella italiana, in seguito il distacco si riduce, fino ad arrivare ad una produzione poco più che doppia.

Figura 2: Andamento nel tempo dell'impatto (Italia rispetto a Gran Bretagna, Germania, Austria e Francia)



Anche per quanto riguarda l'impatto la Gran Bretagna ha i valori più alti tra i paesi mostrati. Nella generale tendenza all'aumento, le distanze tra i dati nazionali non variano molto, con un aumento minore per la Francia e maggiore per l'Austria negli ultimi anni.

Figura 3: Andamento nel tempo dell'impatto (Italia rispetto a Grecia e Spagna)

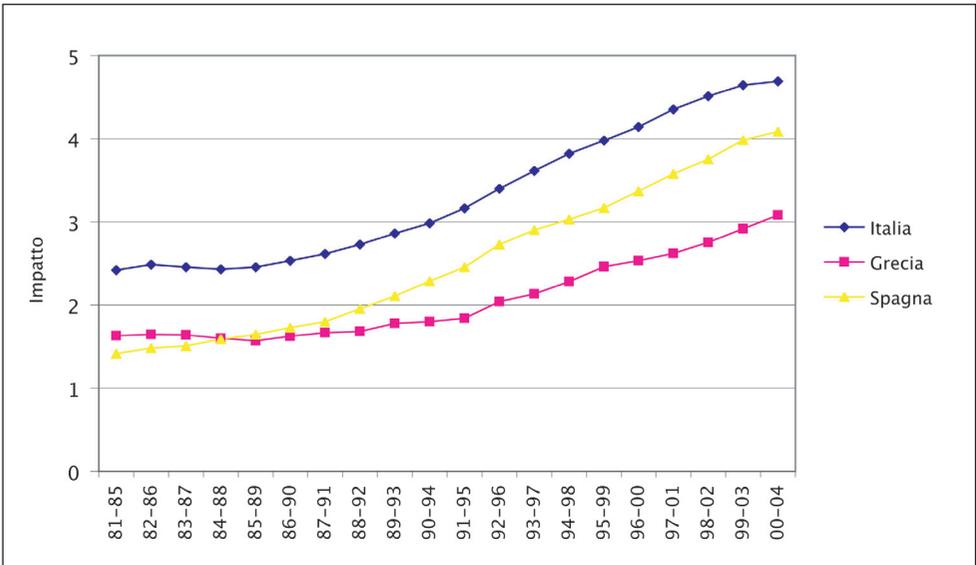
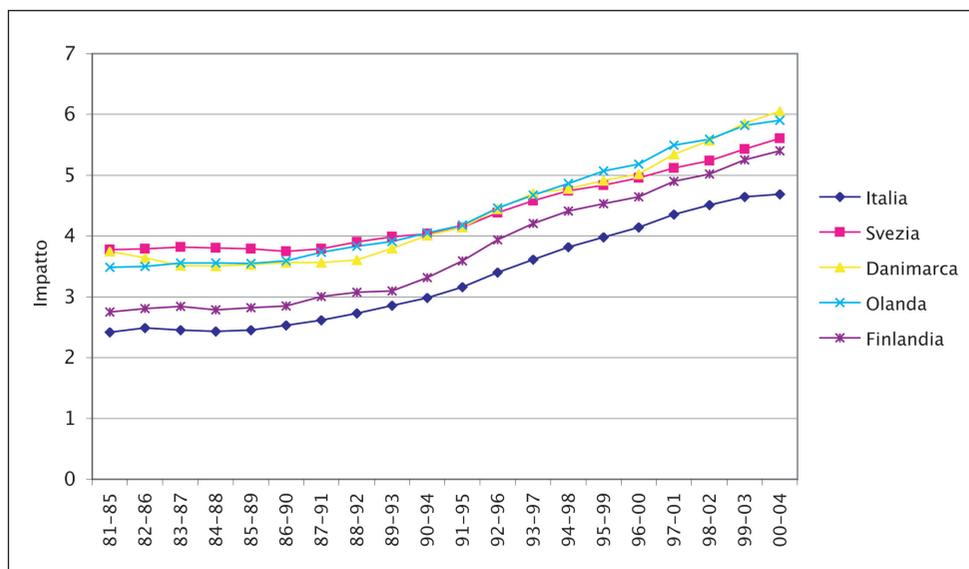


Figura 4: Andamento nel tempo dell'impatto (Italia rispetto ai paesi del nord-Europa)



In generale tutti i paesi europei esaminati mostrano nell'ultimo quinquennio, in maggior o minor misura, una crescita di impatto, ma è interessante notare come in alcuni casi l'incremento sia considerevole; l'Austria, ad esempio, che presenta un numero relativamente scarso di pubblicazioni, recupera moltissimo in termini di impatto, superando nell'ultimo quinquennio l'Italia (figura 2). Anche la Grecia e la Spagna hanno realizzato un notevole aumento nella loro presenza internazionale (figura 3), pur mantenendo una posizione inferiore all'Italia.

L'andamento dell'impatto italiano rispetto ai paesi del nord-Europa continua a rimanere piuttosto inferiore (figura 4). Del resto questi paesi dedicano molte risorse economiche per la ricerca scientifica.

A tal riguardo è interessante vedere quanto i paesi investono in R&S. Riportiamo la figura 5 tratta dalla pubblicazione OECD già citata⁽¹⁾ che mostra la percentuale che i paesi OECD hanno dedicato alla ricerca e allo sviluppo tecnologico nel 2002 e, per confronto, nel 1995.

Come è evidente l'Italia si attesta su posizioni piuttosto basse: nel 2001 il valore di percentuale di PIL attribuito alla ricerca si attesta intorno all'1%, poco più dell'Ungheria e della Spagna e inferiore a paesi come la Repubblica Ceca, il Lussemburgo e l'Irlanda. Lo stacco con i dati della Svezia è imponente, con una differenza di più del 3%. L'Italia si colloca al di sotto anche rispetto al valore medio dei paesi OECD (circa il 2,2%) e a quello medio dei paesi europei (1,83%).

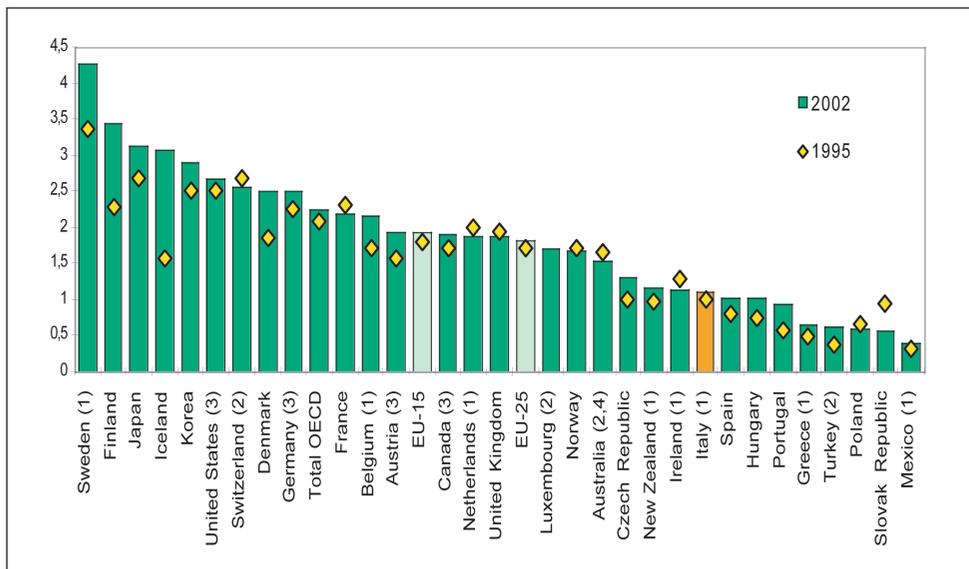
Risulta interessante notare che la variazione italiana di investimento in termini percentuali di PIL per la ricerca è irrilevante: nel 1995 si attesta sull'1%, mentre nel 2001 si arriva all'1,1 (differenza di +0,1%). Molti paesi europei hanno invece investito parecchio in questi ultimi anni: l'Austria passa da un investimento percentuale di 1,56 all'1,93; il Belgio ha aumentato la sua percentuale di PIL di circa +0,4%, mentre ad esempio la Finlandia incrementa la percentuale del PIL di più dell'1%.

Oltre ai paesi del nord europeo anche quelli asiatici stanno investendo molto in R&S, avendo incrementato notevolmente la percentuale negli anni e raggiungendo nel 2002 circa il 3% del PIL.

La Germania, l'Austria, la Danimarca, la Francia, il Belgio e la Gran Bretagna si aggirano intorno al 2% e probabilmente nei prossimi anni riusciranno a raggiungere il 3% prefissato dall'Unione Europea per il 2010.

L'Italia riuscirà a colmare un distacco così pronunciato?

Figura 5: Percentuale del PIL dedicata alla R&S nei paesi OECD - anni 1995 e 2002



- (1) al posto del 2002, dati del 2001.
- (2) al posto del 2002, dati del 2000.
- (3) al posto del 2002, dati del 2003.
- (4) al posto del 1995, dati del 1996.

Europa-USA-Asia

È anche utile vedere più in generale come i paesi dell'UE si posizionino rispetto agli USA e ai paesi asiatici. La tabella 3 mostra la percentuale di crescita del numero di pubblicazioni negli ultimi dieci e cinque anni in alcuni paesi. La produzione scientifica della Cina negli ultimi 10 anni è estremamente alta, crescendo del 300%, e nel quinquennio la crescita è pari quasi al 100%; altissima percentuale anche per la Corea del Sud (387%) e Taiwan (124%). L'India si sta facendo avanti con un incremento del 34% nel decennio.

Tabella 3: Percentuale di aumento del numero di pubblicazioni (anno 2004 rispetto all'anno 1994 e rispetto al 1999)

Nazione	percentuale di aumento 2004 rispetto al 1994	percentuale di aumento 2004 rispetto al 1999
CHINA	312,7	99,0
SOUTH KOREA	387,5	70,3
TAIWAN	124,5	42,1
INDIA	34,3	21,1
USA	8,3	3,8
EUROPEAN UNION	24,9	2,8
JAPAN	22,9	-1,2

La tabella 4 mostra l'impatto calcolato nel decennio 1995-2004 per gli stessi paesi. Gli USA, nonostante un ridotto aumento percentuale della produzione scientifica, hanno l'impatto più alto, staccando l'Unione Europea di ben quattro punti.

Il Giappone, pur avendo una produzione scientifica piuttosto contenuta, circa un quarto di quella europea, con una percentuale di crescita inferiore a quella degli altri paesi asiatici, emerge in modo piuttosto prepotente in ordine di impatto, collocandosi al terzo posto dopo USA e Unione Europea: i lavori scientifici giapponesi appaiono molto ben inseriti e valutati a livello internazionale.

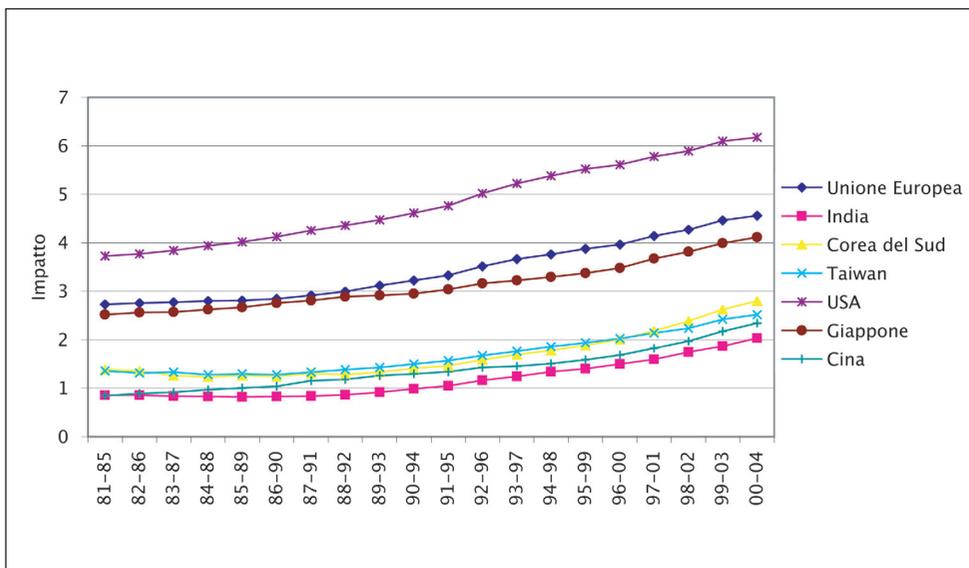
Tabella 4: Impatto calcolato nel decennio 1995-2004

Nazione	Impatto
USA	12,18
EUROPEAN UNION	8,61
JAPAN	7,53
TAIWAN	4,50
SOUTH KOREA	4,39
CHINA	3,71
INDIA	3,40

I dati degli altri paesi asiatici non sono ancora incisivi nella ricerca scientifica internazionale, rimanendo molto inferiori agli USA e all'Unione Europea, ma certamente queste nazioni stanno investendo parecchie risorse sul fronte del progresso scientifico-tecnologico. La Corea investe poco meno del 3% del PIL in R&S collocandosi al quinto posto in percentuale (figura 5) e la Cina ha raddoppiato l'investimento dallo 0,60% nel 1995 all'1,23% nel 2002 (dati OCSE⁽¹⁾). Il Giappone si attesta al terzo posto con una percentuale di PIL pari a 3,12% (figura 5).

La figura 6 illustra l'andamento dell'impatto per i paesi considerati dal 1981 al 2004, rispetto all'Unione europea.

Figura 6: Andamento dell'impatto dal 1981 al 2004



L'Italia e il Mondo: analisi per aree scientifiche

L'ISI-Thomson fornisce anche i dati articolati, a livello di nazione, per varie categorie, che corrispondono ad aree disciplinari più o meno ampie, e con qualche voluta sovrapposizione, per aggregazione diversa delle riviste considerate. Infatti le aree considerate (oltre 100) sono costruite aggregando le riviste scientifiche (si deve ancora sottolineare che alcune riviste sono considerate appartenenti a più aree). I dati permettono di analizzare in quali domini scientifici la ricerca italiana sia competitiva, valutando il numero di citazioni ed i lavori prodotti, per area, rispetto al risultato complessivo mondiale. Le aree “migliori” sono quelle per le quali l'impatto (in termini di citazioni per lavoro pubblicato) è superiore all'impatto medio mondiale.

L'analisi è stata eseguita dopo avere escluso alcune categorie (prettamente umanistiche) che tengono conto di un insieme di riviste (raccolte in Current contents – Arts and Humanities) che non sono per esperienza sufficientemente rappresentative della realtà scientifica italiana e mondiale.

La tabella 5 riporta le categorie per cui, nel periodo 2000-2004, l'Italia presenta un impatto sensibilmente maggiore di quello globale (differenza maggiore del 10%). Le successive tabelle 6 e 7 riportano le categorie non molto dissimili dal valore globale di categoria (tabella 6: comprese tra + 10 e - 10%), e quelle sensibilmente inferiori (tabella 7: inferiori a -10%). Per ogni categoria è indicata anche la percentuale di pubblicazioni prodotte nel quinquennio in Italia, rispetto al totale mondiale. Considerando che la percentuale complessiva di lavori italiani è 4,3% nel periodo considerato, la percentuale per ogni categoria dà una stima del peso della produzione italiana nel panorama mondiale per ogni disciplina. Si deve considerare che ovviamente i dati complessivi risentono dei contributi fondamentali di USA e UE, che da soli producono oltre il 70% dei lavori.

Tabella 5: Categorie ISI in cui l'Italia ha un impatto sensibilmente superiore all'impatto globale (pubblicazioni di tutte le nazioni nel periodo 2000-2004)

N	categorie ISI	Impatto Italia (I)	Impatto globale (W)	Differenza % impatto italiano rispetto al globale $(I-W)/W \times 100$	% lavori Italia rispetto a globale
1	General & Internal Medicine	19,18	7,02	173	1,8
2	Public Health & Health Care Science	4,59	2,59	77	0,8
3	Geology/Petroleum/Mining Engineering	1,35	0,83	63	1,9
4	Chemical Engineering	3,14	2,09	50	2,3
5	Agriculture/Agronomy	2,02	1,43	41	2,1
6	Metallurgy	1,55	1,10	40	0,9
7	Physics	6,13	4,67	31	7,5
8	Medical Research General Topics	11,15	9,06	23	3,9
9	Space Science	8,46	7,05	20	10,3
10	Inorganic & Nuclear Chemistry	4,06	3,40	19	4,7
11	Hematology	8,53	7,20	18	7,7
12	Chemistry	6,37	5,39	18	3,0
13	Computer Science & Engineering	1,56	1,33	17	5,5
14	Cardiovascular & Respiratory Systems	6,47	5,67	14	6,4
15	Entomology/Pest Control	2,34	2,05	14	1,7
16	Psychiatry	5,79	5,14	13	2,7
17	Veterinary Medicine/Animal Health	2,20	1,97	11	3,1
18	Gastroenterology and Hepatology	6,32	5,68	11	7,3
19	Anesthesia & Intensive Care	3,86	3,48	11	2,1
20	Information Technology & Communication Systems	1,57	1,42	10	5,1
21	Radiol. and Nuclear Medicine & Imaging	4,49	4,08	10	3,4
22	Nuclear Engineering	1,51	1,37	10	6,7

Tabella 6: Categorie ISI in cui l'Italia ha un impatto simile all'impatto globale (pubblicazioni di tutte le nazioni nel periodo 2000-2004)

N	categorie ISI	Impatto Italia (I)	Impatto globale (W)	Differenza % impatto italiano rispetto al globale (I-W)/W x 100	% lavori Italia rispetto a globale
23	Optics & Acoustics	2,32	2,13	9,0	3,9
24	Mathematics	1,40	1,29	8,6	5,7
25	Environmental Engineering/Energy	2,89	2,67	8,3	2,9
26	Mechanical Engineering	1,63	1,51	7,8	3,9
27	Communication	1,41	1,31	7,5	1,1
28	Biotechnology & Applied Microbiology	4,34	4,04	7,3	2,7
29	Research/Laboratory Medicine	6,76	6,35	6,5	5,5
30	Instrumentation/Measurement	2,33	2,19	6,3	8,6
31	Engineering Management/General	1,04	0,99	6,0	2,6
32	Endocrinology and Metabolism	7,96	7,51	6,0	7,3
33	Medical Research Organs & Systems	6,01	5,68	5,9	4,8
34	Cardiovascular & Hematology Research	9,08	8,57	5,9	6,9
35	Surgery	2,78	2,65	4,9	3,8
36	AI Robotics & Automatic Control	1,66	1,59	4,7	5,2
37	Physical Chemistry/Chemical Physics	4,07	3,89	4,6	4,2
38	Neurology	5,22	5,01	4,2	6,3
39	Agricultural Chemistry	3,44	3,34	3,0	4,5
40	Orthopedics & Sports Medicine	2,37	2,30	2,9	1,8
41	Clinical Psychology & Psychiatry	5,77	5,63	2,5	3,2
42	Environmental Medicine & Public Health	3,99	3,98	0,3	2,7
43	Clinical Immunology & Infectious Diseases	6,19	6,20	-0,1	5,1
44	Organic Chemistry/Polymer Science	4,07	4,08	-0,2	4,4
45	Pharmacology & Toxicology	4,73	4,76	-0,6	4,9
46	Rheumatology	5,30	5,36	-1,1	5,9
47	Pediatrics	2,87	2,90	-1,3	3,6
48	Urology	4,44	4,55	-2,4	6,0
49	Civil Engineering	1,25	1,28	-2,6	4,1
50	Dentistry/Oral Surgery & Medicine	2,27	2,33	-2,6	3,8
51	Reproductive Medicine	3,30	3,39	-2,7	5,4
52	Medical Research Diagnosis & Treatment	4,48	4,61	-2,9	4,6
53	Dermatology	3,04	3,17	-4,1	4,8
54	Rehabilitation	1,62	1,69	-4,4	1,0
55	Engineering Mathematics	1,19	1,24	-4,5	4,8
56	Environmental Studies & Geography	1,59	1,66	-4,5	1,3
57	Molecular Biology & Genetics	10,40	10,92	-4,7	4,7
58	Electrical & Electronic Engineering	1,54	1,61	-4,9	4,8
59	Immunology	9,73	10,34	-5,9	5,0
60	Applied Physics/Material Sciences	2,92	3,13	-6,8	4,1
61	Psychology	2,69	2,90	-7,4	1,7
62	Materials Sciences and Engineering	2,27	2,46	-8,0	2,8
63	Environment/Ecology	3,08	3,36	-8,5	2,9

Tabella 7: Categorie ISI in cui l'Italia ha un impatto sensibilmente inferiore all'impatto globale (pubblicazioni di tutte le nazioni nel periodo 2000-2004)

N	categorie ISI	Impatto Italia (I)	Impatto globale (W)	Differenza % impatto italiano rispetto al globale (I-W)/W x 100	% lavori Italia rispetto a globale
64	Anthropology	1,43	1,58	-10	2,7
65	Food Science/Nutrition	2,36	2,63	-10	4,2
66	Physiology	5,29	5,90	-10	3,0
67	Pharmacology/Toxicology	4,00	4,52	-11	6,5
68	Spectroscopy/Instrumentation	3,05	3,45	-12	5,5
69	Oncology	7,72	8,74	-12	7,9
70	Earth Sciences	3,15	3,58	-12	4,9
71	Neurosciences & Behavior	6,81	7,75	-12	5,4
72	Aquatic Sciences	2,57	2,93	-12	3,2
73	Animal Sciences	1,90	2,17	-13	2,9
74	Endocrinology and Nutrition	6,05	6,99	-13	7,3
75	Health Care Science & Services	2,15	2,52	-15	1,5
76	Experimental Biology	5,41	6,36	-15	3,6
77	Chemistry & Analysis	5,48	6,50	-16	5,1
78	Microbiology	5,52	6,60	-16	3,5
79	Otolaryngology	1,60	1,96	-18	3,5
80	Plant Sciences	3,20	4,02	-20	3,0
81	Biochemistry & Biophysics	7,14	9,01	-21	4,1
82	Management	1,54	1,95	-21	2,1
83	Multidisciplinary	3,15	4,02	-22	3,6
84	Ophthalmology	2,20	2,82	-22	3,4
85	Aerospace Engineering	0,71	0,92	-23	4,1
86	Oncogenesis & Cancer Research	6,95	9,03	-23	8,3
87	Biology	3,81	5,08	-25	3,0
88	Animal & Plant Sciences	4,46	6,10	-27	3,5
89	Cell & Developmental Biology	9,24	14,66	-37	4,3

Considerando i dati esposti nelle tabelle si possono fare alcune considerazioni, per esemplificare il genere di studi che, a partire da questi dati, potrebbero essere sviluppati con appropriate analisi di settore.

Rispetto all'analisi svolta nel volume CRUI del 2002 sulla ricerca scientifica⁽⁴⁾, è interessante notare come i dati più recenti confermino l'importanza di *General Medicine, Geology/Petroleum/Mining engineering; Chemical Engineering, Metallurgy*, ma vedano anche in evidenza categorie come *Public Health, Agriculture*, e soprattutto *Physics, Space Science o Hematology*, che hanno una rilevante percentuale di pubblicazioni. Queste sembrano quindi aree disciplinari in cui la ricerca italiana ha fornito nell'ultimo quinquennio un contributo riconosciuto.

Tra le categorie con impatto poco rilevante, o sensibilmente inferiore al livello medio, si deve notare che alcune di esse comportano una percentuale di lavori decisamente considerevole, cui non fa riscontro una buona considerazione a livello di citazioni. Ad esempio *Instrumentation/ Measurement, Cardiovascular & Hematology Research, Endocrinology & Metabolism, Neurology, Pharmacology/Toxicology, Oncology, Endocrinology & Nutrition* e *Oncogenesis & Cancer research*, con percentuali di pubblicazioni superiori al 6% ed impatto inferiore alla media mondiale, possono fare temere un impiego di risorse cui non corrisponde una buona considerazione nel mondo scientifico.

La considerazione congiunta dell'impatto relativo e della percentuale di pubblicazioni potrebbe risultare utile per inquadrare alcune possibili situazioni: ad esempio, la presenza di pochi lavori di un gruppo ristretto di ricercatori, attivi in uno specifico campo, che riscuotono numerose citazioni, accanto ad un limitato contributo complessivo della ricerca nazionale nell'area. Oppure, si potrebbero riscontrare aree scientifiche in cui, a fronte di una considerevole percentuale di lavori prodotti in Italia, il numero delle citazioni sia ridotto, indicando una sostanziale irrilevanza delle risorse impegnate. Infine ci potrebbero essere delle aree in cui ad una buona produzione scientifica corrisponde un impatto relativo elevato e diffuso.

È importante anche verificare qual è stato l'andamento nel tempo, nelle diverse aree disciplinari, e confrontarlo con la situazione a livello mondiale. Un approccio possibile è quello di comparare la variazione di impatto tra due periodi, a livello italiano e a livello mondiale.

La tabella 8 mostra l'impatto nell'ultimo quinquennio (2000-2004), messo a confronto con il quinquennio 1990-1994, e rapportato alla corrispondente variazione nei dati globali. Anche in questo caso la considerazione sulla percentuale di pubblicazioni italiane rispetto alla media mondiale può offrire alcune utili considerazioni.

Tabella 8: Variazione dell'impatto nel quinquennio 2000-2004 rispetto al 1990-1994, e confronto con lo stesso indicatore calcolato al livello globale

N	Categoria ISI	Impatto Italia 00-04	Impatto Italia 90-94	Variazione impatto Italia (DI)	Differenza % Variazione impatto Italia rispetto a variazione globale (DW) $(DI-DW)/DW \times 100$
1	Optics & Acoustics	2,32	1,87	0,45	310
2	General & Internal Medicine	19,18	7,51	11,67	245
3	Public Health & Health Care Science	4,59	1,83	2,75	224
4	Geology/Petroleum/Mining Engineering	1,35	0,63	0,72	222
5	Anthropology	1,43	1,07	0,35	190
6	Applied Physics/Material Sciences	2,92	2,38	0,54	171
7	Electric & Electronic Engineering	1,54	1,02	0,52	164
8	Communication	1,41	0,73	0,68	155
9	Hematology	8,53	4,79	3,74	152
10	Agriculture/Agronomy	2,02	0,53	1,49	146
11	Biochemistry & Biophysics	7,14	5,02	2,12	143
12	Physics	6,13	4,17	1,96	138
13	Rehabilitation	1,62	0,86	0,76	132
14	Cell & Developmental Biology	9,24	5,88	3,36	128
15	Mathematics	1,40	0,91	0,49	120
16	Immunology	9,73	6,74	2,98	120
17	Psychiatry	5,79	2,65	3,13	112
18	Computer Science & Engineering	1,56	0,98	0,58	104
19	Earth Sciences	3,15	1,99	1,15	101
20	Physical Chemistry/Chemical Physics	4,07	2,87	1,20	100
21	Pediatrics	2,87	1,13	1,73	93
22	Pharmacology & Toxicology	4,73	2,31	2,43	91
23	Entomology/Pest Control	2,34	1,14	1,20	90
24	Chemical Engineering	3,14	1,96	1,17	85
25	Medical Research General Topics	11,15	5,18	5,97	85
26	Information Technol & Communication Systems	1,57	0,65	0,91	83
27	Environmental Studies and Geography	1,59	0,58	1,01	77
28	Space Science	8,46	4,33	4,13	72
29	Radiology and Nuclear Medicine & Imaging	4,49	2,19	2,30	71
30	Molecular Biology & Genetics	10,40	6,39	4,01	70

N	Categoria ISI	Impatto Italia 00-04	Impatto Italia 90-94	Variazione impatto Italia (DI)	Differenza % Variazione impatto Italia rispetto a variazione globale (DW) (DI-DW)/DW x 100
31	Veterinary Medicine/Animal Health	2,20	0,71	1,49	70
32	Biotechnol & Applied Microbiology	4,34	1,47	2,87	70
33	Management	1,54	0,44	1,09	68
34	Microbiology	5,52	3,50	2,02	67
35	Aquatic Sciences	2,57	1,47	1,10	65
36	Cardiovasc & Respiratory Systems	6,47	2,87	3,59	65
37	Cardiovasc & Hematology Research	9,08	4,17	4,91	63
38	Physiology	5,29	4,34	0,95	62
39	Animal Sciences	1,90	1,03	0,86	58
40	Surgery	2,78	1,40	1,38	57
41	Endocrinology and Nutrition	6,05	3,78	2,27	57
42	Food Science/Nutrition	2,36	0,70	1,66	55
43	Engineering Management/General	1,04	0,48	0,57	54
44	Neurology	5,22	2,47	2,75	54
45	Anesthesia & Intensive Care	3,86	2,16	1,70	52
46	Neurosciences & Behavior	6,81	3,90	2,92	51
47	Clinical Psychology & Psychiatry	5,77	2,63	3,14	48
48	Dermatology	3,04	1,65	1,39	47
49	Psychology	2,69	1,52	1,16	46
50	Medical Research Diagnosis& Treatment	4,48	2,92	1,56	45
51	Endocrinology and Metabolism	7,96	4,81	3,15	42
52	Nuclear Engineering	1,51	1,10	0,40	36
53	Orthopedics & Sports Medicine	2,37	0,36	2,01	36
54	Gastroenterol and Hepatology	6,32	3,28	3,03	34
55	Chemistry	6,37	3,51	2,87	33
56	Environmental Medicine & Public Health	3,99	2,24	1,75	33
57	Medical Research Organs & Systems	6,01	3,25	2,76	31
58	Agricultural Chemistry	3,44	2,01	1,43	26
59	Pharmacology/Toxicology	4,00	1,24	2,76	25
60	Rheumatology	5,30	2,91	2,39	25
61	Environmental Engineering/Energy	2,89	1,25	1,64	21
62	Reproductive Medicine	3,30	2,08	1,22	17
63	Research/Laboratory Medicine	6,76	3,57	3,19	17
64	Ophthalmology	2,20	0,72	1,48	16
65	Mechanical Engineering	1,63	1,14	0,49	14

N	Categoria ISI	Impatto Italia 00-04	Impatto Italia 90-94	Variazione impatto Italia (DI)	Differenza % Variazione impatto Italia rispetto a variazione globale (DW) (DI-DW)/DW x 100
66	Civil Engineering	1,25	0,92	0,33	13
67	Engineering Mathematics	1,19	0,94	0,25	11
68	Oncology	7,72	4,72	3,00	10
69	Environment/Ecology	3,08	1,60	1,47	10
70	Aerospace Engineering	0,71	0,39	0,33	9
71	Clin Immunology & Infectious Diseases	6,19	4,35	1,84	6
72	Urology	4,44	2,36	2,08	6
73	Chemistry & Analysis	5,48	3,67	1,81	4
74	Experimental Biology	5,41	2,55	2,86	3
75	Oncogenesis & Cancer Res	6,95	4,41	2,54	-1
76	Health Care Science & Services	2,15	1,34	0,80	-4
77	Dentistry/Oral Surgery & Medicine	2,27	1,56	0,71	-11
78	Biology	3,81	2,13	1,68	-14
79	Otolaryngology	1,60	0,98	0,62	-15
80	Materials Science and Engineering	2,27	1,65	0,62	-16
81	Organic Chemistry/Polymer Science	4,07	3,16	0,91	-16
82	Spectroscopy/Instrumentation	3,05	2,28	0,77	-17
83	Plant Sciences	3,20	2,11	1,09	-17
84	Animal & Plant Sciences	4,46	2,89	1,57	-26
85	Inorganic & Nucleic Chemistry	4,06	3,51	0,55	-35
86	AI Robotics & Automatic Control	1,66	1,43	0,24	-41
87	Multidisciplinary	3,15	1,87	1,28	-43
88	Instrumentation/Measurement	2,33	2,27	0,06	-84
89	Metallurgy	1,55	1,98	-0,44	-234

La tabella mette in evidenza quali categorie, già indicate nelle tabelle 5-7, hanno manifestato cambiamenti nel decennio trascorso.

Tra le categorie che hanno mostrato un miglioramento troviamo *Optics & Acoustics* e *General & Internal Medicine*, il cui impatto aumenta decisamente, anche se la quota di produzione dell'area non è molto alta (3,9% per *Optics & Acoustics*, 1,8% per *General & Internal Medicine*). Migliorano anche *Hematology*, *Physics*, *Computer Science & Engineering*, *Information Technology & Communication Systems*, *Space science*, *Cardiovascular & hematological Research*, che raggiungono aree di buon risultato (tabella 5), mentre *Mathematics*, *Applied Physics/Material Sciences*, *Physical Chemistry/Chemical Physics*, *Electrical & electronic Engineering*, *Biochemistry &*

Biophysics, Cell & Developmental Biology, Immunology, Earth sciences, Pharmacology/Toxicology, Molecular Biology & Genetics, Cardiovascular & Hematology Research, Endocrinology, Food Science/Nutrition, pur migliorando decisamente ed avendo una consistente quota di pubblicazioni (superiore al 4%), non sono tra le aree con impatto sensibilmente superiore riportate nella tabella 5. L'aumento di impatto riscontrato nel periodo considerato non le porta tra le aree di maggiore rilevanza internazionale.

Considerazioni conclusive

La precedente analisi dei dati ISI-Thomson 1981-1999, aveva rivelato un quadro della ricerca scientifica italiana ricco di luci e di ombre. Erano presenti delle categorie scientifiche di grande rilevanza internazionale, ma altre con *performance* nettamente inferiori agli standard mondiali. Inoltre il quadro complessivo della ricerca poneva dei dubbi rispetto alla competitività dell'Italia nel panorama europeo.

Questa analisi, aggiornata fino al 2004, accentua i contrasti di questo quadro. Esiste una chiara tendenza nell'ultimo decennio verso una internazionalizzazione della ricerca scientifica (aumenta il numero di pubblicazioni e quindi il numero di ricercatori che non pubblica i contributi scientifici solamente su riviste a livello nazionale). Numerose discipline, proprio negli ultimi anni, sembrano avere un grande sviluppo qualitativo. Nel quinquennio 2000-2004, 42 delle 89 discipline analizzate (47%) hanno un impatto superiore a quello della media mondiale. Tra queste spiccano la Medicina Interna, la Sanità Pubblica, la Geologia, l'Ingegneria Chimica, l'Agraria, la Metallurgia e la Fisica. Esistono tuttavia anche molte discipline (alcune in settori chiave della ricerca) che hanno risultati poco soddisfacenti e che pesano negativamente sul bilancio globale. Per questo motivo la crescita complessiva della ricerca italiana non sembra in grado di avvicinarsi ai livelli di alcuni dei paesi nord-europei.

In questo contesto non sono da trascurare la saldezza del predominio scientifico degli Stati Uniti e la crescita della ricerca asiatica (con particolare riferimento al Giappone e alla Cina).

Le medie nazionali riflettono solo un andamento complessivo: ci potrebbero essere delle università o degli enti di ricerca collocati a livello nettamente superiore a quello medio mondiale, se si considerassero determinate categorie ed altri posizionati nettamente più in basso. Gli studi di settore (come quelli effettuati per il periodo 1981-1999) permettono di

identificare i punti di forza e di debolezza all'interno del sistema universitario italiano e quindi di ottimizzare le scarsissime risorse finanziarie disponibili.

Molte sono le considerazioni di carattere politico-economico che si potrebbero ipotizzare conducendo degli studi di settore: investire di più sulle aree maggiormente competitive nel confronto internazionale, in modo da sorreggerle e spingerle all'eccellenza per accelerare la competitività italiana sul fronte internazionale; adottare criteri prettamente meritocratici -basati sulla valutazione dei prodotti scientifici- per l'assegnazione delle risorse disponibili, in modo da premiare le strutture di ricerca più significative (questo risulterebbe particolarmente importante nel caso di discipline con un livello generale complessivamente insoddisfacente); studiare la correlazione tra investimento sulla ricerca e strategia economica di paesi che, come gli USA, riescono a monetizzare ogni aumento di spesa per la ricerca in investimento produttivo, generando una forte imprenditorialità basata sull'innovazione.