

3

LE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Giovanni Abramo



SOMMARIO

Questo capitolo è dedicato all'analisi comparata a livello paese delle pubblicazioni scientifiche nel periodo 2000-2016. L'analisi, di tipo bibliometrico, fornisce una misura del livello e della qualità della produzione di nuova conoscenza dell'Italia rispetto a quella di alcuni tra i paesi a maggior tasso di industrializzazione. I risultati dell'analisi mostrano un vertiginoso aumento della produzione scientifica italiana in termini assoluti, al netto dell'incremento delle riviste censite, e anche in termini di quota mondiale. Gli altri maggiori paesi, Stati Uniti *in primis*, registrano invece una diminuzione di produzione totale sia netta che in termini di quote. Ci si poteva attendere che a una forte crescita in quantità corrispondesse una diminuzione della qualità media della produzione scientifica italiana. In realtà, il numero di citazioni medie per pubblicazione è cresciuto altrettanto vertiginosamente. Dalla terzultima posizione tra i paesi analizzati, nel 2000, l'Italia ha oggi praticamente raggiunto il Regno Unito, da sempre al vertice in questa classifica. Le discipline in cui l'Italia offre attualmente (2016) il maggior contributo relativo agli avanzamenti di conoscenza mondiali (citazioni normalizzate totali) sono Fisica (7,3%) e Medicina (7,2%). Situazione che è rimasta immutata rispetto al 2000. Agli ultimi posti si trovano attualmente Chimica (4,1%) e Psicologia (4,2%), mentre nel 2000 lo erano Economia e statistica (1,7%) e ancora Psicologia (1,6%).

3.1 - I tentativi di misurare la produzione scientifica

Il progressivo affermarsi di un nuovo paradigma di gestione delle organizzazioni pubbliche (*New Public Management*), con un'attenzione particolare al ritorno sociale della spesa, ha indotto una crescente attenzione al controllo dei risultati e alla misurazione della performance. In ambito privato, le imprese hanno da tempo sviluppato metodi per valutare l'efficienza e l'efficacia del proprio investimento in R&S e innovazione. Nel caso, invece, delle organizzazioni di ricerca pubbliche, gli indicatori e i metodi di valutazione hanno avuto uno sviluppo molto più recente, fortemente dipendente dalla disponibilità dei dati e sicuramente ben lungi dall'essere unanimemente condiviso.

Da una parte, l'investimento pubblico in conoscenza genera vantaggi generali e indivisibili, componente essenziale per lo sviluppo socio-economico di un paese. Dall'altra, la capacità di creare nuova conoscenza e trasferirla ai sistemi produttivi è sempre più fonte di vantaggio competitivo e fattore critico di successo in un numero crescente di settori economici. Il miglioramento continuo dell'infrastruttura scientifica e tecnologica è diventato quindi una priorità nell'agenda politica dei governi dei maggiori paesi industrializzati.

Questo capitolo è dedicato a un'analisi comparata a livello paese delle pubblicazioni scientifiche. L'analisi, di tipo bibliometrico, fornisce una misura del livello e della qualità della produzione di nuova conoscenza dell'Italia rispetto a quella di alcuni tra i paesi a maggior tasso di industrializzazione. Le pubblicazioni scientifiche, infatti, rappresentano la principale forma di codifica della conoscenza generata nelle organizzazioni di ricerca pubbliche e senza fini di lucro. In ambito privato si riscontra invece una maggiore tendenza a mantenere tacita la nuova conoscenza creata ricorrendo al segreto industriale o a proteggerla attraverso gli strumenti della proprietà intellettuale. Tuttavia, si osserva un numero crescente di pubblicazioni scritte anche da ricercatori, ingegneri e tecnici impiegati presso le imprese: la quota è spesso limitata, ma è crescente e in molti casi i ricercatori industriali pubblicano insieme ai loro colleghi universitari o degli Enti Pubblici di Ricerca. Se si considera che un fenomeno comparabile si presenta anche per i brevetti, come vedremo nel prossimo capitolo, dove stanno diventando più frequenti i brevetti registrati da università e accademici, spesso in collaborazione con

le imprese, si può dire che il classico confine istituzionale tra una “scienza” finanziata dal settore pubblico che genera pubblicazioni e una “tecnologia” finanziata dalle imprese che genera brevetti è meno delineato di quanto sia stato in passato.

Gli indicatori di produzione scientifica utilizzati nell’analisi seguente sono tre:

- il numero di pubblicazioni scientifiche;
- le citazioni (normalizzate all’anno di pubblicazione e al settore scientifico) medie per pubblicazione;
- le citazioni totali (normalizzate come sopra).

Le pubblicazioni, come detto, rappresentano una buona *proxy* dell’intera produzione scientifica di un sistema di ricerca. Le pubblicazioni non hanno però lo stesso valore, ove per valore si intende l’impatto di ciascuna pubblicazione sui futuri avanzamenti di conoscenza. In bibliometria, tale valore è approssimato attraverso il numero di citazioni ricevute da ciascuna pubblicazione. Il potere predittivo delle citazioni è tanto maggiore quanto più ampia è la finestra temporale citazionale, ossia il tempo che intercorre tra la data di conteggio delle citazioni e la data di pubblicazione. Poiché il tasso citazionale varia da settore a settore, nelle nostre analisi abbiamo normalizzato le citazioni (alla media mondiale nel settore), onde limitare le distorsioni di misura dovute alla diversa intensità di citazione settoriale. Le citazioni (normalizzate) medie per pubblicazione rappresentano quindi il valore medio di ciascuna pubblicazione scientifica. Le citazioni (normalizzate) totali rappresentano invece una *proxy* dell’impatto totale della ricerca scientifica nel periodo osservato. Per semplicità di esposizione, nel prosieguo ometteremo il termine “normalizzate” associato alle citazioni.

La fonte dei dati utilizzata è la Web of Science Core Collection (WoS) di Clarivate Analytics. Essa include i seguenti database:

- Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)
- Social Sciences Citation Index (SSCI)

- Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)
- Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S)
- Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities (CPCI-SSH)
- Book Citation Index – Science (BKCI-S) (dal 2005)
- Book Citation Index – Social Sciences & Humanities (BKCI-SSH) (dal 2005)
- Emerging Sources Citation Index (ESCI) (dal 2015)

WoS e Scopus (Elsevier) sono le basi dati di riferimento mondiali nelle analisi bibliometriche, distinguendosi per affidabilità, replicabilità e pulizia dei dati rispetto ad altri repertori, quali Google Scholar. WoS presenta una minore copertura della produzione scientifica, ma si fa apprezzare di più per la qualità e affidabilità dei dati e per una meno dispersiva classificazione settoriale delle riviste. Il numero medio di settori scientifici associati da WoS alle riviste e il numero di riviste genericamente definite “multidisciplinaria” sono inferiori di quelli di Scopus. Trattandosi di un’analisi comparata a livello di paese, la copertura ha una scarsa influenza su misure relative, mentre le seconde caratteristiche risultano più critiche, soprattutto ai fini di una più corretta normalizzazione delle citazioni in funzione del settore scientifico di appartenenza delle relative pubblicazioni.

Il periodo di osservazione è il 2000-2016. Un tentativo di proiezione dei risultati al 2020 è stato fatto puramente sulla base delle misure degli anni precedenti, senza considerare fattori di contesto che potrebbero influenzare la produzione futura.

I paesi considerati per il confronto sono, oltre all’Italia, Spagna, Francia, Germania, Regno Unito, Giappone, Stati Uniti, Cina, UE-15 e UE-25.

L’analisi a livello disciplinare concerne: Biologia, Chimica, Economia e statistica, Fisica, Ingegneria civile e architettura, Ingegneria industriale e dell’informazione, Matematica e informatica, Medicina, Psicologia, Scienze agrarie e veterinarie, Scienze della terra. Non sono state considerate le scienze

umane e le altre scienze sociali perché in questi settori l'analisi bibliometrica fornisce risultati meno affidabili (Narin, 1976; Moed, 2005).

Alcune precauzioni nell'interpretazione dei dati sono d'obbligo.

- È noto che le forme prevalenti di codifica e trasmissione della nuova conoscenza sono diverse in ogni disciplina. Ad esempio, gli articoli scientifici su rivista sono la modalità principale nelle scienze cosiddette "dure", i *conference proceeding* nell'informatica, le monografie nelle scienze umane. Le basi dati bibliometriche hanno una copertura soddisfacente nel primo caso, imperfetta nel secondo, totalmente insoddisfacente nel terzo. Gli indicatori bibliometrici sono quindi funzionali all'analisi delle scienze dure e di alcuni settori delle scienze sociali, risultando inappropriati per le scienze umane (da qui la limitazione disciplinare di cui al precedente elenco).
- Gli indicatori utilizzati forniscono misure relative alla *produzione* e non alla *produttività*, per cui non possono essere fatte inferenze sull'efficienza dei sistemi di ricerca analizzati.
- L'output di ricerca è funzione non solo delle risorse impiegate e dell'efficienza di produzione, ma anche dei settori disciplinari di produzione; l'intensità di pubblicazione (e la copertura dei repertori bibliometrici) varia da settore a settore: è più alta, ad esempio, nelle scienze fisiche che non in quelle matematiche. A parità di altre condizioni, una ripartizione settoriale dell'attività di ricerca diversa tra paesi, può avere un evidente impatto sulla variabilità del numero di pubblicazioni realizzate dai paesi.

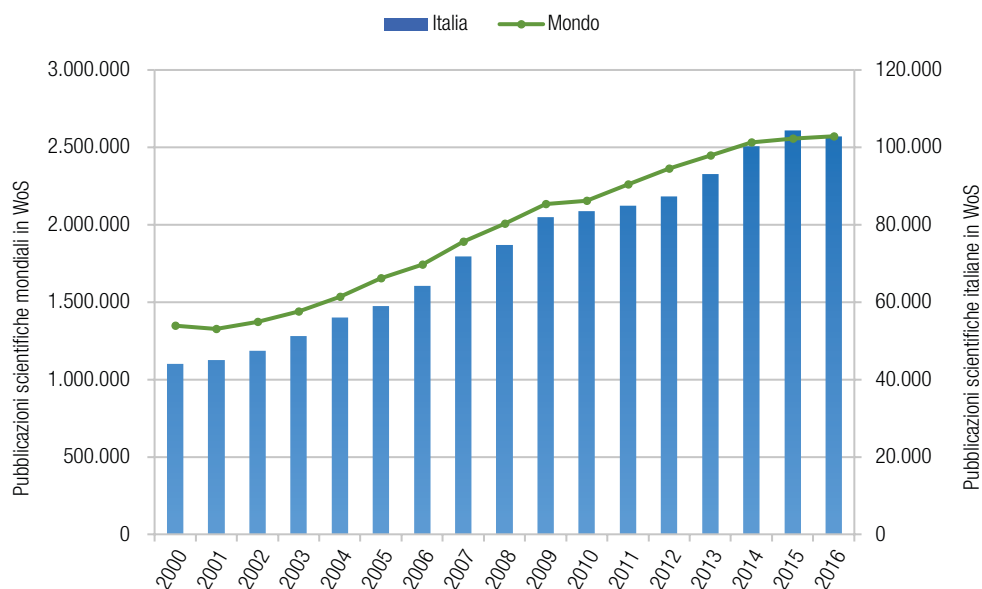
Le misure dell'andamento temporale della produzione scientifica e del suo impatto riflettono, tra l'altro, i) il costante ampliamento del numero di riviste, *conference proceeding*, libri ed altro, indicizzati nei repertori bibliometrici; ii) la variazione del numero di pubblicazioni (e simili) pubblicate dalle stesse riviste (e simili); iii) nel caso di WoS, c'è stata anche l'introduzione di nuovi database bibliometrici (nella lista riportata sopra, gli ultimi tre sono database introdotti recentemente). Per limitare questi effetti, abbiamo utilizzato le quote di produzione scientifica per paese sul totale mondiale, anziché il valore assoluto. Non si possono però totalmente escludere possibili

distorsioni dovute al diverso impatto che tali variazioni possono avere a livello paese.

3.2 - La produzione scientifica a livello aggregato

La Figura 3.1 riporta l'andamento temporale del numero di pubblicazioni totali mondiali e italiane indicizzate in WoS. Per pubblicazione italiana si intende una pubblicazione che abbia almeno un'affiliazione localizzata in Italia nella lista degli "indirizzi" associati agli autori. Il numero di pubblicazioni italiane passa da 44.012 nel 2000 a 102.806 nel 2016, con una crescita annuale media dell'8,3%. Il totale mondiale passa da 1.347.993 nel 2000 a 2.571.682 nel 2016, con una crescita annuale media del 5,7%. La maggiore crescita dell'Italia rispetto ai dati mondiali denota una crescita della quota italiana sul totale della produzione, come evidenziato nelle seguenti Figure 3.2 e 3.3.

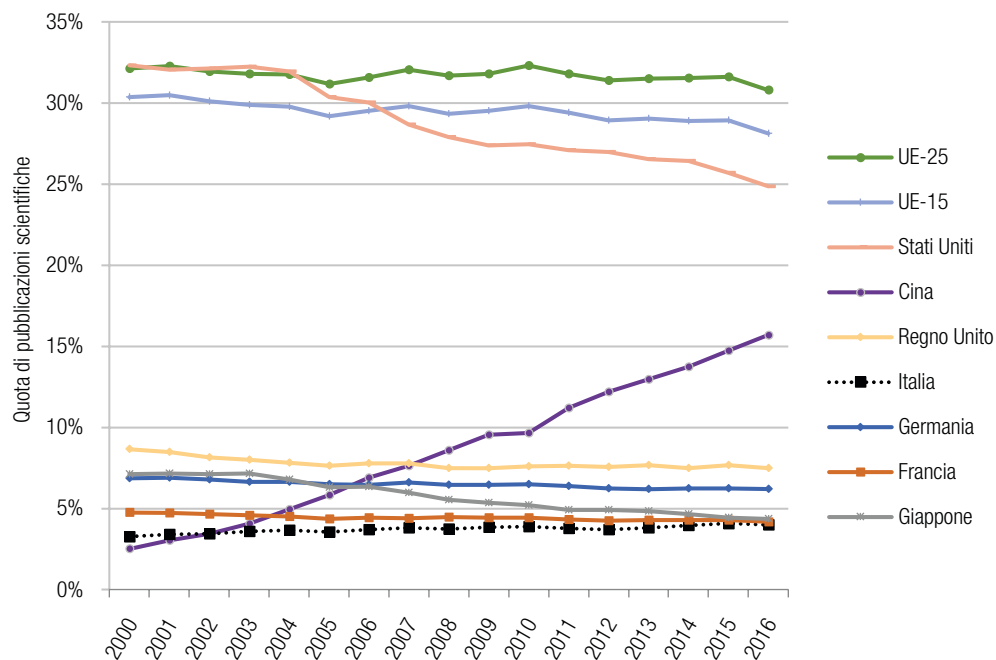
Figura 3.1 - Pubblicazioni scientifiche indicizzate in Web of Science (WoS)



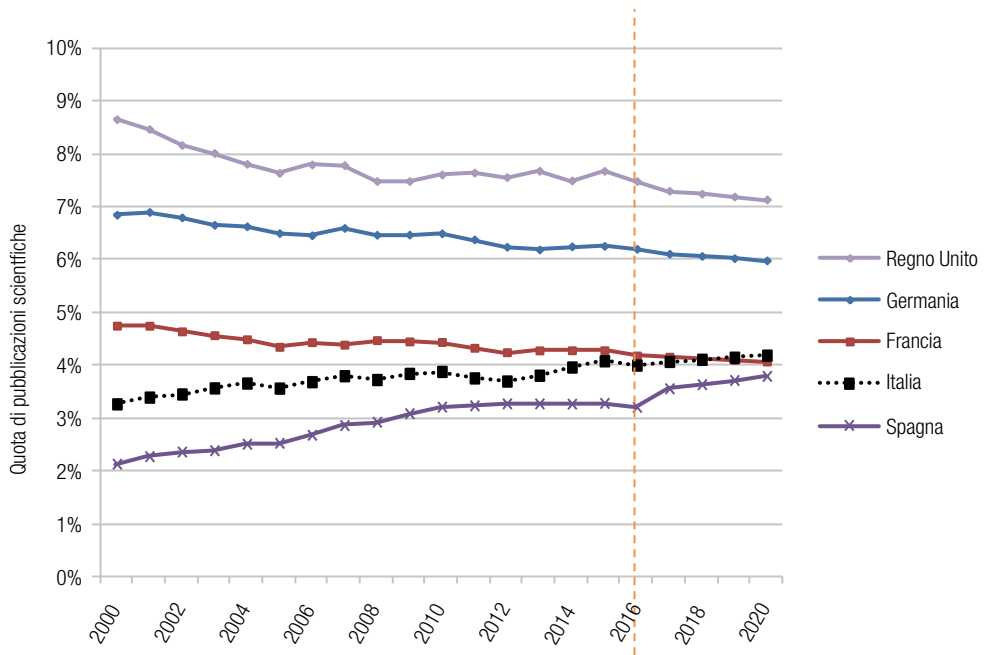
Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

La Figura 3.2 riporta le quote di produzione scientifica di alcuni tra i maggiori paesi industrializzati, Cina, UE-15 e UE-25. Per meglio apprezzare visivamente le variazioni annuali di quota produttiva, la Figura 3.3 restringe l'analisi ai soli paesi europei con scala simile, e proietta la variazione previsionale al 2020. Il dato più eclatante tra quelli rappresentati è che Italia e Spagna sono gli unici paesi, oltre alla Cina, ad aumentare la propria quota di produzione, che per l'Italia passa dal 3,3% del 2000 al 4,0% del 2016, con un incremento medio annuo dell'1,9%. Il vertiginoso aumento della quota cinese comporta una riduzione della quota dei paesi OCSE, non rappresentata per ragioni di scala, che passa dal 76,6% del 2000 al 65,8% del 2016. Nel confronto UE-Stati Uniti, si nota come gli Stati Uniti hanno una quota inferiore all'UE-25 già dal 2005. La generale diminuzione delle quote dei paesi maggiormente industrializzati può essere spiegata, in parte, dalla crescente attenzione delle società fornitrici dei repertori bibliometrici all'indicizzazione di riviste nazionali non in lingua inglese, ma anche da strategie mirate ad una maggiore protezione dei risultati di ricerca, che potrebbe portare a non pubblicare ricerche di tipo proprietario. L'incremento delle quote di paesi come l'Italia può essere, tra l'altro, l'esito di iniziative di policy volte a incentivare la pubblicazione su riviste internazionali e il frutto di una diffusa globalizzazione dell'attività di ricerca riflessa nel crescente numero di pubblicazioni in co-authorship internazionale (Landry e Amara, 1998; He, Geng e Campbell-Hunt, 2009; Abramo, D'Angelo, e Solazzi, 2011; Abramo, D'Angelo, e Murgia, 2013). Naturalmente, come accennato nell'introduzione, la variazione dei fattori produttivi, della loro allocazione nei settori scientifici, dell'efficienza, di rappresentazione del genere femminile (Abramo, D'Angelo e Caprasecca, 2009), sono tutte co-determinanti del fenomeno osservato. Qualora il trend di variazione delle quote di pubblicazione rimanesse lo stesso degli anni passati, nel 2020 l'Italia dovrebbe superare la quota francese.

Figura 3.2 - Quote di pubblicazioni scientifiche mondiali per paese



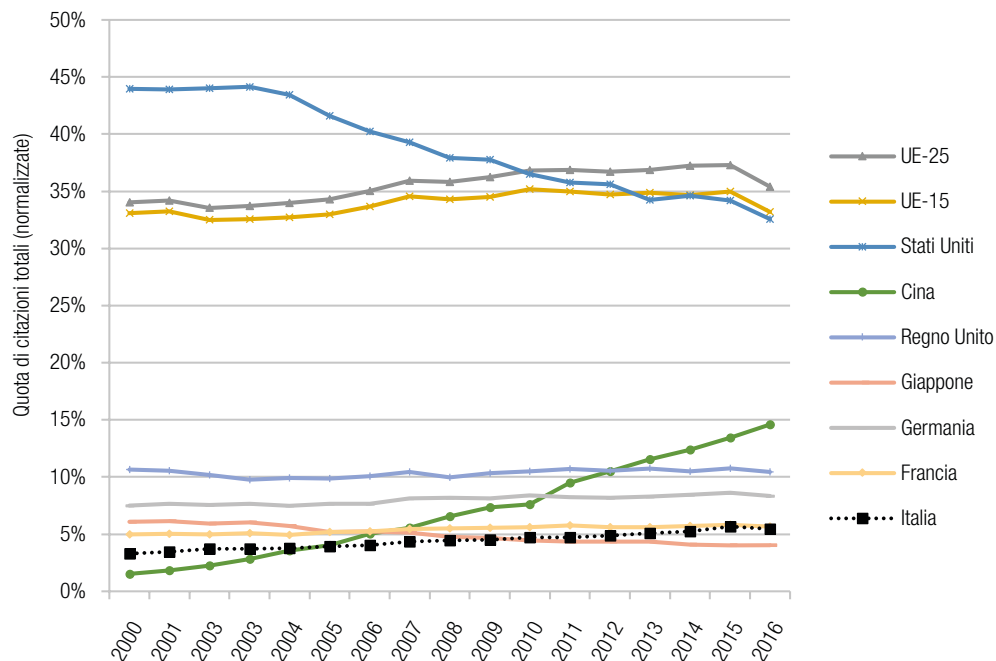
Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

Figura 3.3 - Quote di pubblicazioni scientifiche mondiali: proiezioni al 2020

Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

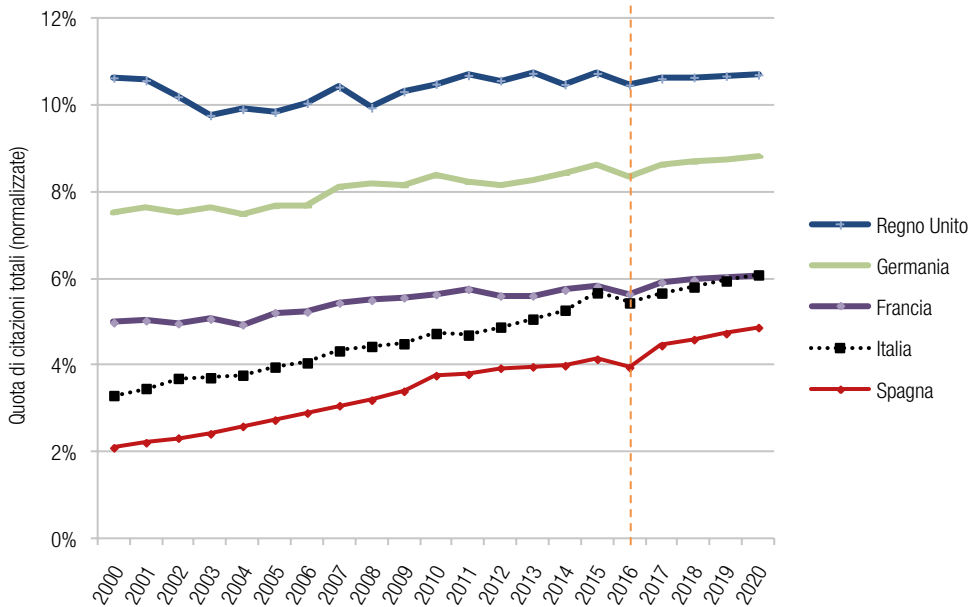
La Figura 3.4 presenta l'andamento temporale delle quote di citazioni totali. Le citazioni totali rappresentano l'impatto complessivo di un sistema paese sugli avanzamenti di conoscenza. Le citazioni totali salgono perché aumenta il numero di pubblicazioni, le citazioni medie o entrambi. Al declino monotono di Stati Uniti e Giappone a partire dal 2004 si contrappone l'altrettanta significativa crescita monotona della Cina in tutto il periodo considerato. L'UE-25 supera gli Stati Uniti nel 2010. Per meglio apprezzare visivamente le variazioni annuali di quota citazionale, la Figura 3.5 limita l'analisi ai soli paesi europei con scala simile e proietta la variazione previsionale al 2020. Le quote dell'Italia mostrano un andamento monotono crescente, passando dal 3,3% del 2000 al 5,4% del 2016, corrispondente a una crescita media annua del 4%. Qualora il trend di crescita continuasse con la stessa intensità negli anni futuri, la quota italiana dovrebbe eguagliare quella francese (6,1%) nel 2020.

Figura 3.4 - Quote di citazioni (normalizzate) totali mondiali per paese



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

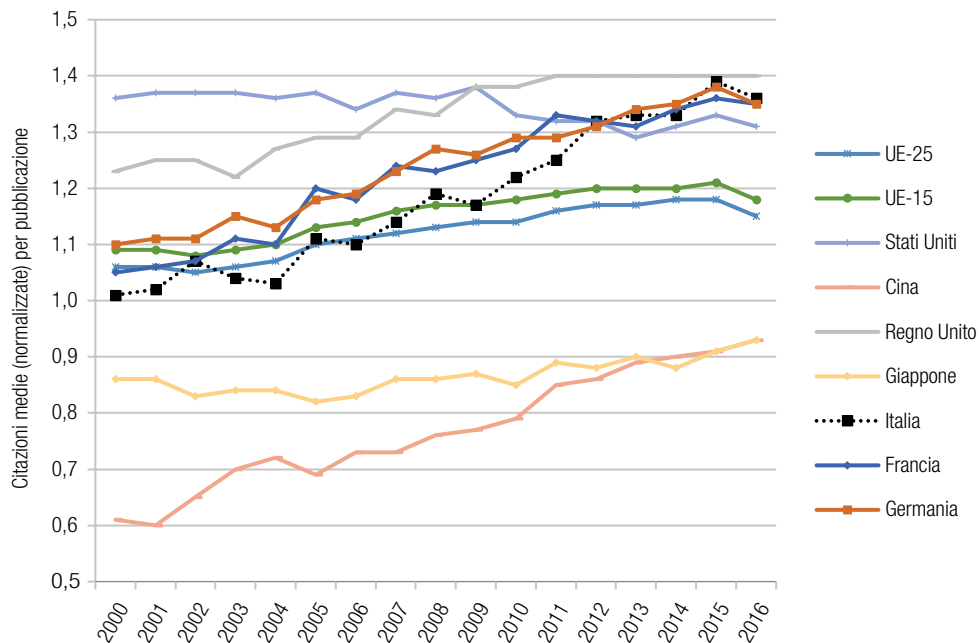
Figura 3.5 - Quote di citazioni (normalizzate) totali mondiali per paese: proiezioni al 2020



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

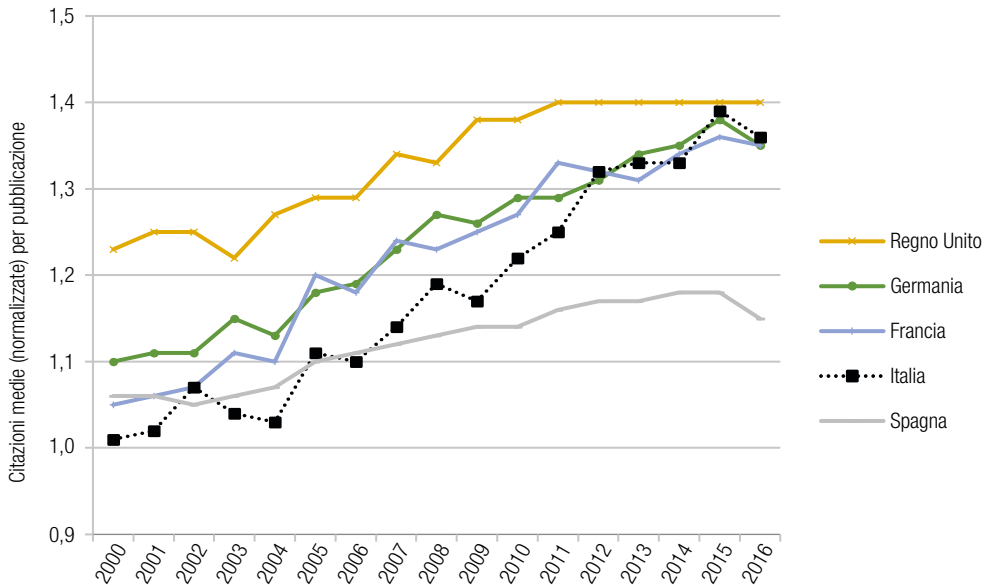
La Figura 3.6 mostra l'andamento delle citazioni medie per pubblicazione. A partire dal 2010, il Regno Unito supera gli Stati Uniti e mantiene la leadership tra i paesi considerati, con 1,4 citazioni (normalizzate) medie per pubblicazione. Sorprendente per l'Italia è sia la bassa posizione iniziale nel 2000, 1,01 citazioni medie, inferiore alla Spagna (Figura 3.7), sia la vertiginosa ascesa, che nel 2016 la vede seconda, con 1,35 citazioni medie, al solo Regno Unito, con un tasso di crescita medio annuo dell'1,3%.

Figura 3.6 - Citazioni (normalizzate) medie per pubblicazione per paese



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

Figura 3.7 - Citazioni (normalizzate) medie per pubblicazione per paese europeo



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

3.3 - La produzione scientifica a livello disciplinare

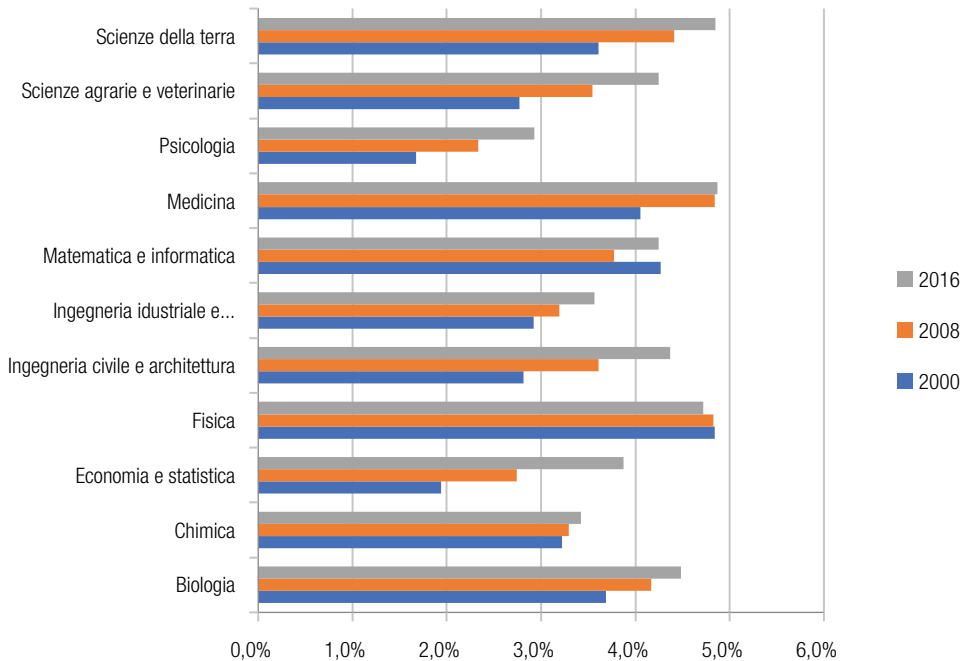
La Tabella 3.1 riporta le quote di produzione scientifica dei paesi per disciplina, in tre distinte annate: 2000, 2008, 2016. La variazione può avere molte possibili concause, a livello globale: diversa allocazione disciplinare delle risorse, recupero/perdita di efficienza diversa tra discipline, diversa variazione delle pubblicazioni indicizzate di un paese. Si rammenti che la variazione di quota non dipende solo da quanto meglio o peggio faccia il paese sotto osservazione, ma anche dalla performance degli altri paesi. La crescente indicizzazione di riviste in lingue diverse dall'inglese spiega in parte le pesanti riduzioni delle quote di Stati Uniti e Regno Unito in tutte le discipline. La Figura 3.8 presenta graficamente la situazione italiana. Nel 2016, l'Italia mostra le quote maggiori di produzione in Scienze della terra (4,9%) e Medicina (4,9%), quelle minori in Psicologia (2,9%) e Chimica (3,4%). L'ordine è rimasto immutato rispetto al 2000 per quanto concerne

le discipline con quote minori, ma è cambiato per quelle con quote maggiori, all'epoca detenute da Fisica (4,8%) e Matematica e informatica (4,3%). Queste due discipline sono, tra l'altro, le uniche che registrano un calo della quota di produzione.

Tabella 3.1 - Quote mondiali di pubblicazioni, per disciplina e paese (in percentuale)

Paese	Anno	Biologia	Chimica	Economia e statistica	Fisica	Ingegneria civile e architettura	Ingegneria industriale e dell'informazione	Matematica e informatica	Medicina	Psicologia	Scienze agrarie e veterinarie	Scienze della terra
Cina	2000	1,4	6,0	1,1	5,2	3,8	4,7	4,4	0,7	0,6	1,5	3,5
	2008	6,0	15,7	10,6	13,3	12,4	17,1	18,5	3,4	2,7	7,1	12,0
	2016	16,1	28,4	11,5	21,7	25,3	25,6	21,4	10,4	8,4	16,2	21,1
UE-15	2000	34,3	30,7	29,4	34,8	27,6	26,9	34,4	35,9	28,2	32,7	30,9
	2008	32,2	26,5	30,4	32,1	28,1	25,7	29,0	34,4	30,6	29,0	31,7
	2016	30,7	24,4	33,7	29,4	27,0	25,3	29,5	31,3	30,4	27,1	31,6
UE-25	2000	36,2	34,0	30,6	37,5	29,4	29,0	36,9	37,1	29,2	35,7	32,4
	2008	34,7	29,7	32,5	34,8	31,1	28,6	32,0	36,2	32,1	32,3	34,0
	2016	33,5	27,9	38,1	32,4	30,8	28,6	33,1	33,1	32,8	31,3	34,7
Francia	2000	5,4	5,5	3,2	7,1	3,8	4,4	6,2	4,9	2,9	5,1	5,7
	2008	4,5	4,9	3,5	6,7	4,0	4,5	5,2	4,6	2,8	4,1	6,3
	2016	4,5	4,2	4,2	6,1	3,6	4,1	5,5	4,1	2,8	3,7	6,2
Germania	2000	7,2	8,4	4,1	10,5	4,5	6,2	7,6	7,6	5,5	6,3	6,8
	2008	6,9	6,7	4,7	9,3	4,8	5,4	5,8	7,3	6,4	5,8	7,0
	2016	7,0	6,1	5,6	9,0	4,7	5,6	6,2	6,4	5,7	5,5	7,9
Italia	2000	3,7	3,2	1,9	4,8	2,8	2,9	4,3	4,1	1,7	2,8	3,6
	2008	4,2	3,3	2,7	4,8	3,6	3,2	3,8	4,8	2,3	3,5	4,4
	2016	4,5	3,4	3,9	4,7	4,4	3,6	4,2	4,9	2,9	4,2	4,9
Giappone	2000	8,1	10,5	2,1	11,6	5,4	8,4	6,6	7,4	3,2	7,3	5,5
	2008	6,8	7,5	1,7	9,3	3,8	6,0	4,4	5,8	2,6	6,0	5,4
	2016	4,7	5,1	2,0	6,7	2,6	4,3	4,2	4,7	2,2	4,6	3,8
Regno Unito	2000	9,5	6,4	12,8	7,2	9,0	6,7	7,4	10,4	10,9	8,1	8,6
	2008	7,9	4,8	10,4	6,7	7,2	5,4	5,8	8,8	10,3	5,9	7,8
	2016	7,7	4,7	10,8	6,8	6,4	5,5	6,0	8,6	10,1	5,2	8,0
Stati Uniti	2000	39,0	26,5	38,3	29,5	26,7	27,7	30,4	36,0	41,8	26,9	31,4
	2008	33,7	21,9	30,4	25,3	20,3	20,7	20,5	33,2	37,8	24,7	27,9
	2016	30,1	16,4	29,3	23,4	16,8	18,0	19,5	31,2	34,3	21,3	24,4
Spagna	2000	2,6	3,0	1,6	2,5	1,4	1,8	2,7	2,3	1,3	3,2	1,9
	2008	3,4	3,2	2,9	3,3	2,7	2,6	3,4	3,1	2,6	4,2	3,1
	2016	3,8	3,4	3,5	3,6	3,1	2,9	3,5	3,4	2,7	4,3	3,6

Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

Figura 3.8 - Quote italiane di pubblicazioni scientifiche mondiali, per disciplina

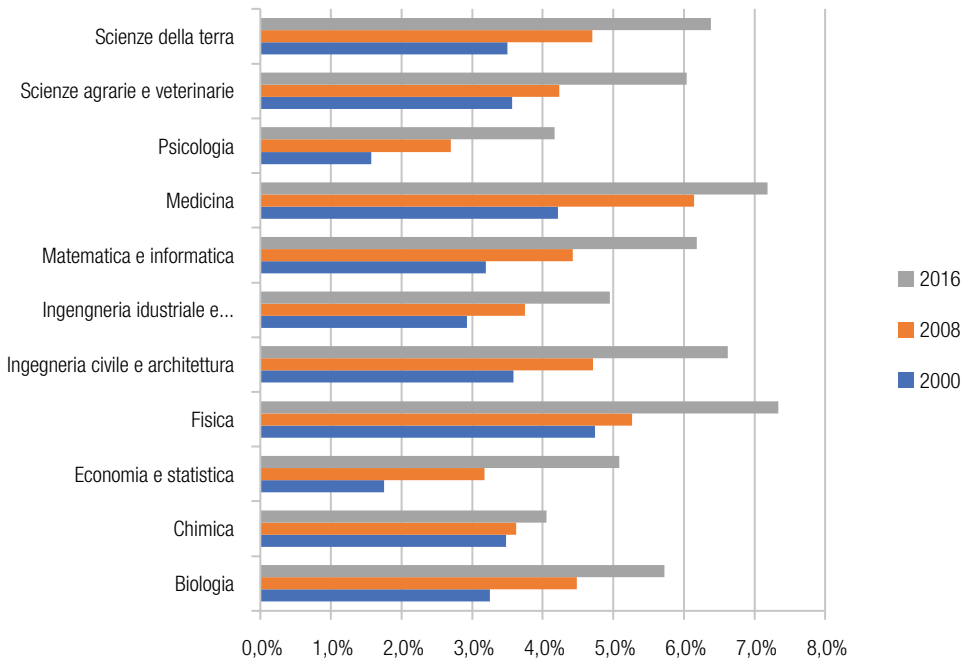
Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

La Tabella 3.2 riporta le quote mondiali di citazioni totali per paese e disciplina nei tre anni di riferimento. È eclatante il decremento degli Stati Uniti in tutte le discipline. Si è addirittura quasi dimezzato in Ingegneria civile e architettura. Lo stesso dicasi per il Giappone, che vede diminuire le sue quote in tutte le discipline ad eccezione di Economia e statistica e Psicologia. La Figura 3.9 presenta graficamente la situazione italiana. Le discipline in cui l'Italia offre attualmente (2016) il maggior contributo relativo agli avanzamenti di conoscenza (citazioni totali) sono Fisica (7,3%) e Medicina (7,2%). Situazione che è rimasta immutata rispetto al 2000. Si osserva il significativo incremento delle quote in ciascuna disciplina. Incremento addirittura triplicato per Economia e statistica. Agli ultimi posti si trovano attualmente Chimica (4,1%) e Psicologia (4,2%), mentre nel 2000 lo erano Economia e statistica (1,7%) e ancora Psicologia (1,6%).

Tabella 3.2 - Quote mondiali di citazioni totali (normalizzate), per disciplina e paese (in percentuale)

Paese	Anno	Biologia	Chimica	Economia e statistica	Fisica	Ingegneria civile e architettura	Ingegneria industriale e dell'informazione	Matematica e informatica	Medicina	Psicologia	Scienze agrarie e veterinarie	Scienze della terra
Cina	2000	0,8	3,8	1,0	2,8	3,0	2,8	2,2	0,6	0,3	1,2	2,7
	2008	5,3	14,6	5,2	10,5	9,8	11,8	10,2	3,0	1,6	7,9	8,4
	2016	16,1	32,4	10,1	22,5	25,3	25,9	20,7	9,6	5,7	19,1	18,2
UE-15	2000	36,8	35,0	31,4	38,9	35,5	30,7	33,1	37,3	28,5	41,3	36,9
	2008	38,0	33,3	36,0	38,2	37,1	32,9	36,2	38,4	33,3	36,1	39,6
	2016	38,0	27,7	39,3	37,2	32,9	30,2	35,0	37,4	35,4	34,7	42,9
UE-25	2000	37,8	37,0	32,1	40,8	36,8	31,9	34,4	38,2	28,9	42,6	37,7
	2008	39,6	35,3	37,7	40,1	39,5	35,1	38,5	39,3	33,8	38,2	41,2
	2016	39,8	29,9	43,1	39,7	37,6	33,9	40,0	38,6	37,5	37,6	45,3
Francia	2000	5,5	6,1	3,5	7,8	5,3	5,0	5,8	5,2	2,2	6,0	7,2
	2008	5,7	6,1	4,4	8,4	5,7	6,0	6,7	6,5	3,3	5,3	8,1
	2016	6,4	4,4	4,9	8,6	4,4	4,6	5,9	7,4	3,6	5,3	8,9
Germania	2000	8,4	9,4	3,6	12,8	5,3	7,0	7,3	8,1	5,1	8,0	7,9
	2008	8,9	9,3	6,3	12,9	6,0	7,6	8,2	9,1	6,7	7,6	10,0
	2016	10,0	7,7	6,7	14,1	5,7	7,4	7,7	9,9	7,6	7,3	12,3
Italia	2000	3,3	3,5	1,7	4,7	3,6	2,9	3,2	4,2	1,6	3,6	3,5
	2008	4,5	3,6	3,2	5,3	4,7	3,8	4,4	6,1	2,7	4,2	4,7
	2016	5,7	4,1	5,1	7,3	6,6	4,9	6,2	7,2	4,2	6,0	6,4
Giappone	2000	6,9	10,6	1,4	10,7	5,0	7,6	4,1	5,7	2,0	6,2	5,6
	2008	5,6	7,5	1,5	9,1	3,7	5,5	3,4	4,5	2,3	5,5	4,9
	2016	4,4	5,1	1,9	7,7	2,5	4,2	3,7	4,7	2,1	3,9	4,1
Regno Unito	2000	12,6	8,0	14,4	9,3	11,8	7,8	8,1	12,7	13,0	12,4	12,5
	2008	11,1	6,4	13,4	9,1	10,3	7,2	7,7	11,5	12,8	8,3	11,0
	2016	12,0	6,2	15,1	10,9	7,9	6,9	7,5	13,2	13,2	7,7	13,4
Stati Uniti	2000	49,9	35,4	53,9	42,5	34,8	41,0	46,7	47,7	53,7	35,6	42,6
	2008	44,0	28,0	42,9	37,9	25,7	31,4	33,7	45,4	50,3	32,6	41,0
	2016	40,0	21,8	38,1	33,0	17,9	23,5	25,0	42,4	44,4	28,9	34,4
Spagna	2000	2,4	3,2	1,6	2,8	1,9	1,9	2,1	2,1	0,9	4,1	1,8
	2008	3,9	3,6	2,8	3,8	3,7	3,0	3,3	3,7	2,0	5,1	3,5
	2016	4,8	3,8	3,9	5,8	3,9	3,3	3,7	4,9	2,6	5,9	4,5

Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

Figura 3.9 - Quote italiane di citazioni (normalizzate) totali, per disciplina

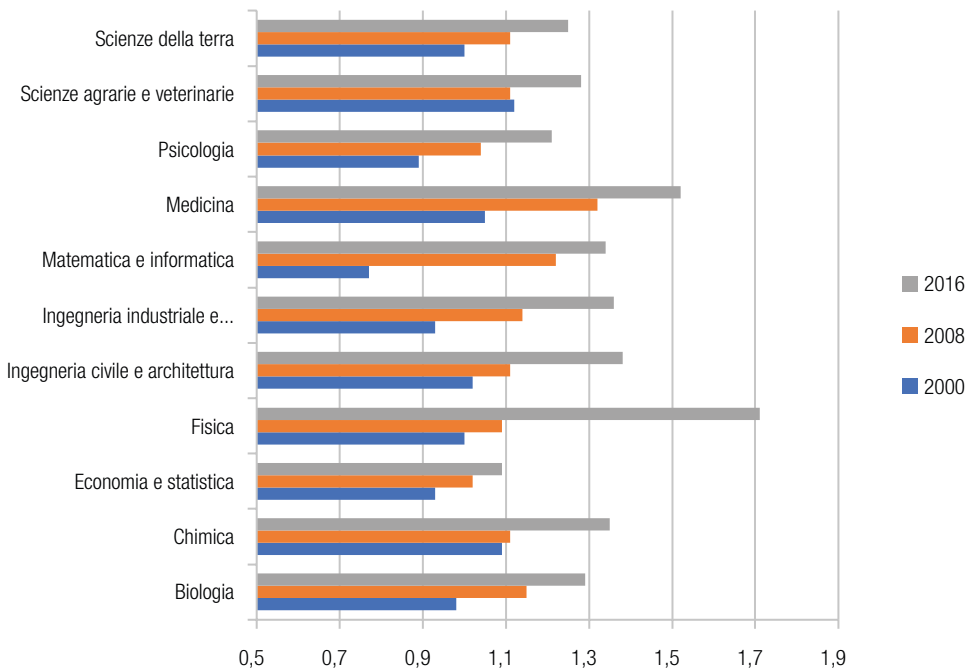
Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

La Tabella 3.3 riporta i valori delle citazioni medie per pubblicazione per paese e disciplina, nei tre anni di riferimento. Le pubblicazioni degli Stati Uniti perdono in media di valore in sette discipline su undici, mentre nell'UE-15 aumentano di valore in tutte le discipline ad eccezione di Economia e statistica. Il grafico della Figura 3.10 presenta il confronto disciplinare per l'Italia. Nel 2016, l'impatto medio delle pubblicazioni italiane cresce rispetto al 2000 in tutte le discipline, con punte del 74% in Matematica e informatica, e 71% in Fisica. Queste due discipline sono tra l'altro le uniche che hanno registrato un calo nelle quote di produzione.

Tabella 3.3 - Citazioni medie (normalizzate) per pubblicazione, per disciplina e paese

Paese	Anno	Biologia	Chimica	Economia e statistica	Fisica	Ingegneria civile e architettura	Ingegneria industriale e dell'informazione	Matematica e informatica	Medicina	Psicologia	Scienze agrarie e veterinarie	Scienze della terra
Cina	2000	0,65	0,64	0,89	0,56	0,63	0,56	0,50	0,77	0,47	0,72	0,79
	2008	0,94	0,94	0,43	0,79	0,67	0,67	0,57	0,92	0,52	1,04	0,73
	2016	1,01	1,30	0,73	1,14	0,91	0,99	0,89	0,95	0,57	1,06	0,82
UE-15	2000	1,19	1,15	1,10	1,14	1,03	1,06	0,99	1,05	0,96	1,10	1,23
	2008	1,26	1,27	1,04	1,19	1,12	1,24	1,30	1,16	0,98	1,16	1,30
	2016	1,25	1,29	0,97	1,39	1,11	1,17	1,09	1,23	0,99	1,15	1,29
UE-25	2000	1,16	1,10	1,08	1,11	1,00	1,02	0,96	1,04	0,94	1,04	1,20
	2008	1,22	1,20	1,02	1,15	1,08	1,19	1,25	1,13	0,95	1,10	1,26
	2016	1,20	1,22	0,94	1,35	1,11	1,16	1,11	1,20	0,97	1,08	1,24
Francia	2000	1,12	1,12	1,14	1,13	1,13	1,07	0,96	1,06	0,71	1,02	1,30
	2008	1,34	1,26	1,10	1,24	1,21	1,30	1,33	1,47	1,07	1,22	1,34
	2016	1,43	1,20	0,97	1,55	1,10	1,10	0,98	1,84	1,10	1,29	1,36
Germania	2000	1,29	1,13	0,89	1,24	0,95	1,04	0,99	1,07	0,88	1,10	1,20
	2008	1,38	1,41	1,18	1,39	1,05	1,36	1,47	1,31	0,94	1,23	1,48
	2016	1,45	1,42	0,99	1,72	1,11	1,28	1,14	1,58	1,13	1,18	1,49
Italia	2000	0,98	1,09	0,93	1,00	1,02	0,93	0,77	1,05	0,89	1,12	1,00
	2008	1,15	1,11	1,02	1,09	1,11	1,14	1,22	1,32	1,04	1,11	1,11
	2016	1,29	1,35	1,09	1,71	1,38	1,36	1,34	1,52	1,21	1,28	1,25
Giappone	2000	0,94	1,02	0,70	0,94	0,74	0,84	0,64	0,78	0,60	0,74	1,05
	2008	0,88	1,01	0,77	0,97	0,83	0,88	0,80	0,81	0,80	0,85	0,93
	2016	0,96	1,13	0,79	1,26	0,86	0,95	0,82	1,03	0,78	0,76	1,03
Regno Unito	2000	1,47	1,26	1,16	1,32	1,05	1,09	1,12	1,23	1,14	1,33	1,50
	2008	1,50	1,34	1,13	1,35	1,22	1,28	1,39	1,36	1,11	1,31	1,47
	2016	1,56	1,49	1,16	1,75	1,13	1,23	1,15	1,57	1,11	1,32	1,59
Stati Uniti	2000	1,42	1,35	1,45	1,47	1,04	1,38	1,58	1,34	1,22	1,15	1,40
	2008	1,40	1,29	1,24	1,50	1,08	1,47	1,71	1,42	1,20	1,23	1,53
	2016	1,34	1,52	1,08	1,55	0,97	1,28	1,18	1,40	1,10	1,22	1,34
Spagna	2000	1,02	1,08	1,04	1,13	1,07	0,98	0,80	0,93	0,61	1,10	1,00
	2008	1,20	1,14	0,84	1,16	1,19	1,11	1,02	1,24	0,70	1,14	1,16
	2016	1,28	1,28	0,93	1,75	1,14	1,13	0,97	1,48	0,82	1,24	1,17

Figura 3.10 - Citazioni (normalizzate) medie per pubblicazione dell'Italia, per disciplina



Fonte: Elaborazione su dati WoS – Clarivate Analytics (aggiornamento al 23 settembre 2017).

3.4 - Alcune indicazioni tratte dall'analisi bibliometrica

È ormai ampiamente dimostrato che il progresso scientifico, l'innovazione tecnologica e lo sviluppo del capitale umano rappresentano le determinanti più significative della crescita della ricchezza di una nazione. I paesi caratterizzati da elevati costi del lavoro, in particolare, possono perseguire alti tassi di crescita delle loro economie solo se in grado di posizionarsi sulla frontiera tecnologica. Nell'attuale era della cosiddetta *knowledge economy*, la scienza esercita un'importanza e un'influenza ancora maggiore che in passato nei processi di innovazione, soprattutto nei settori high-tech. L'intensità, la qualità e la capillarità delle relazioni tra il mondo della scienza e quello della produzione giocano dunque un ruolo cruciale nel determinare

gli impatti sulla competitività del sistema industriale, la crescita economica, la creazione di posti di lavoro e la qualità della vita in genere (Boskin e Lawrence, 1996). Di conseguenza, le università e gli Enti Pubblici di Ricerca assumono un ruolo sempre più decisivo in termini di servizio alla collettività per lo sviluppo della prosperità e del benessere; il che giustifica l'intensificarsi, da una parte del dibattito interno alla comunità scientifica internazionale su questo argomento e, dall'altra, degli interventi di governance e policy dei sistemi pubblici di ricerca. L'impegno pubblico nella ricerca e nell'avanzamento della conoscenza è tradizionalmente riconducibile al fallimento di mercato dovuto alla difficoltà delle imprese di appropriarsi interamente dei ritorni sui propri investimenti in ricerca. La ricerca pubblica dovrebbe colmare il deficit d'investimento delle imprese, in una prospettiva di ottimo macroeconomico e fungere da volano e sostegno al sistema innovativo attraverso la produzione di avanzamenti della conoscenza e il loro rapido trasferimento agli utilizzatori industriali. Numerose indagini empiriche hanno analizzato il contributo della ricerca pubblica al processo innovativo e l'entità del relativo impatto socio-economico (Jaffe, 1989; Mansfield, 1991; Mansfield e Lee, 1996; Narin, Hamilton, e Olivastro, 1997; Mansfield, 1998; McMillan et al., 2000; Nelson e Nelson, 2002). I meccanismi attraverso i quali i risultati delle ricerche condotte nei laboratori pubblici si diffondono nel sistema produttivo sono vari: pubblicazioni, convegni, brevetti, contratti di licenza e di know-how, spin-off, ricerche congiunte, consulenza, mobilità del personale, formazione, etc. Le diverse forme di codifica e trasferimento della nuova conoscenza contribuiscono in misura e tempi diversi a sostenere la competitività dei sistemi produttivi e, quindi, lo sviluppo socio-economico di un paese. Quanto più la forma di codifica rende proprietaria la nuova conoscenza prodotta, tanto maggiore sarà, a parità di altre condizioni, l'impatto della stessa sulla competitività industriale. Questa consapevolezza ha sicuramente inciso sulla ridefinizione del ruolo di numerose istituzioni di ricerca pubblica e sui conseguenti riallineamenti a livello strategico, organizzativo e gestionale.

La lettura interpretativa dell'analisi comparata delle pubblicazioni scientifiche 2000-2016 presentata in questo capitolo non può prescindere quindi dall'integrazione con i dati sui brevetti e quelli di input presentati anche in questa *Relazione*. Non solo, i trend osservati hanno origini antecedenti al periodo analizzato e non vanno trascurati per una corretta comprensione dei fenomeni. Le elaborazioni condotte in questo capitolo, riferite al periodo 2000-2016, confermano i trend già in essere negli anni antecedenti

(National Science Board, 2002; Abramo e D'Angelo, 2009), ossia una produzione scientifica che per l'Italia continua a salire in quantità, qualità e quote di produzione mondiale, a tassi vertiginosi rispetto a quelli degli Stati Uniti e di altri paesi industrializzati. Le pubblicazioni italiane tra il 2000 e il 2016 aumentano con un tasso complessivo del 134%. A titolo di riferimento, gli Stati Uniti registrano una crescita del 46%. Se si tiene conto, però, che le pubblicazioni censite da WoS hanno fatto registrare nello stesso periodo un tasso di crescita del 91%, di fatto, attualizzando i valori, la produzione scientifica italiana è aumentata, mentre quella degli Stati Uniti è diminuita. Tale realtà è resa evidente dall'andamento delle quote mondiali di pubblicazioni dei rispettivi paesi (in forte crescita per l'Italia e in forte calo per gli Stati Uniti). Ci si poteva attendere che ad una forte crescita in quantità corrispondesse una diminuzione della qualità media della produzione scientifica. In realtà, la crescita del numero di citazioni medie per pubblicazione è cresciuto altrettanto vertiginosamente. Dalla terzultima posizione tra i paesi analizzati, nel 2000, davanti solo a Cina e Giappone, l'Italia ha oggi praticamente raggiunto il Regno Unito, da sempre al vertice in questa classifica. Come si spiega questa netta divergenza dei trend dell'Italia rispetto agli altri paesi maggiormente industrializzati, Stati Uniti in testa? Trattasi dell'effetto di un maggiore incremento della spesa, di un recupero di efficienza, di diverse politiche di ricerca, di altri fattori di contesto che richiedono approfondimenti specifici? E quali indicazioni di policy possono trarsi? In tale prospettiva, le domande da porsi sono a questo punto due: 1) chi beneficia dei crescenti risultati della ricerca italiana, data l'attuale struttura industriale del nostro paese? e 2) ha senso aumentare ulteriormente la produzione scientifica in ambito pubblico, attraverso un incremento dei fattori produttivi e quindi di spesa, al di là del miglioramento dell'efficienza e dell'efficacia che va sempre perseguito?

Riferimenti bibliografici

- Abramo, G. e D'Angelo, C.A. 2009. The alignment of public research supply and industry demand for effective technology transfer: the case of Italy. *Science and Public Policy*, 36(1) 2-14.
- Abramo, G., D'Angelo, C.A. e Caprasecca, A. 2009. Gender differences in research productivity: a bibliometric analysis of the Italian academic system. *Scientometrics*, 79(3) 517-539.
- Abramo, G., D'Angelo, C.A. e Murgia, G. 2013. The collaboration behaviors of scientists in Italy: a field level analysis. *Journal of Informetrics*, 7(2) 442-454.
- Abramo, G., D'Angelo, C.A. e Solazzi, M. 2011. The relationship between scientists' research performance and the degree of internationalization of their research. *Scientometrics*, 86(3) 629-643.
- He, Z. L., Geng, X. S. e Campbell-Hunt, C. 2009. Research collaboration and research output: A longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university. *Research Policy*, 38(2) 306-317.
- Jaffe, A.B. 1989. Real effects of academics research. *American Economic Review*, 79(5) 957-970.
- Landry, R. e Amara, N. 1998. The impact of transaction costs on the institutional structuration of collaborative academic research. *Research Policy*, 27(9) 901-913.
- Mansfield, E. e Lee, J.Y. 1996. The modern University: contributor to industrial innovation and recipient of R&D support. *Research Policy*, 25(7) 1047-1058.
- Mansfield, E. 1991. Academic Research and Industrial Innovation. *Research Policy*, 20(1) 1-12.
- Mansfield, E. 1998. Academic Research and Industrial Innovation. An update of empirical findings. *Research Policy*, 26(7-8) 773-776.
- McMillan, G.S., Narin, F. e Deeds, D.L. 2000. An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology. *Research Policy*, 29(1) 1-8.

Moed, H.F. 2005. *Citation Analysis in Research Evaluation*. Dordrecht, Springer.

Narin, F., Hamilton, K.S. e Olivastro, D. 1997. The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, 26(3) 317-330.

National Science Board, (2002). *Science & Technology Indicators Report*. Washington, D.C., National Science Foundation.

Nelson, R.R. e Nelson, K. 2002. Technology, institutions, and innovation systems. *Research Policy*, 31(2) 265-272.