

L'evoluzione delle abitudini di citazione nella comunicazione scientifica primaria. Il caso della fisica delle alte energie

Marco Fabbrichesi^{1,2} e Barbara Montolli²

¹ INFN, sezione di Trieste

² Master in Comunicazione della Scienza, SISSA, Trieste

La centralità della comunicazione nella scienza

“Le scoperte degli scienziati, teoriche o sperimentali che siano, non sono e non possono essere considerate conoscenza scientifica finché non siano state registrate in modo permanente”, sosteneva negli anni Settanta il sociologo Robert Merton.(7) Un'affermazione perentoria e forse un po' riduttiva – si pensi alla storia della scienza antica – ma con l'indiscutibile pregio di mettere in luce il carattere pubblico della conoscenza scientifica. La comunicazione, lungi dall'essere un sottoprodotto della ricerca, viene riconosciuta come parte integrante di una forma di sapere i cui presupposti sono il carattere cumulativo e quello cooperativo. La scienza, almeno a partire dal XVI secolo, da un lato è orientata al conseguimento di risultati nuovi, che possano rappresentare un aumento del patrimonio conoscitivo, dall'altro assume come punto di partenza i frutti delle ricerche precedenti. “Siamo nani sulle spalle dei giganti”, come riassunse efficacemente Bernardo di Chartres. Per realizzare questo processo è necessario, sostiene Pietro Rossi, “che il contributo individuale vada ad inserirsi in una rete di rapporti che consente la trasmissione e il controllo dei risultati della ricerca, e che conduce alla loro accettazione”.(8) Una volta riconosciuto il ruolo centrale della comunicazione occorre interrogarsi su quale sia la forma di comunicazione rilevante,

tenendo conto a questo proposito dell'influenza di cambiamenti culturali, tecnologici e socioeconomici.

La trasformazione dei media

La storia della comunicazione è anche storia dei media deputati a supportarla. Agli albori della scienza moderna lo strumento privilegiato era il libro, spesso affiancato da fitte corrispondenze epistolari tra scienziati. La stampa periodica delle riviste erudite aveva un'importanza limitata nel Seicento e Settecento, ma nell'Ottocento assunse un ruolo di primo piano, configurandosi come veicolo di un sapere sempre più specialistico. Le riviste scientifiche si attestarono come mezzo per la produzione, condivisione, valutazione, diffusione e conservazione dei risultati dell'attività scientifica. Oggi le nuove tecnologie stanno incentivando lo sviluppo di nuovi modi per comunicare la scienza all'interno della stessa comunità scientifica, e con l'affermarsi di riviste e archivi elettronici stiamo forse assistendo a una nuova fase della comunicazione, che influenza e si intreccia con i radicali mutamenti in atto nella scienza in quanto istituzione sociale.(6)

La definizione del campo d'indagine

Per affrontare la tematica generale della comunicazione tra esperti riteniamo opportuno definire metodi di valutazione operativi che consentano di fornire un supporto quantitativo alle nostre considerazioni. Limiteremo il campo d'indagine alla comunicazione formale scritta, su supporto cartaceo o in archivi elettronici. Una caratteristica primaria di tale forma comunicativa è la connessione tramite citazioni. Descritte come "moneta della scienza", secondo Merton le citazioni sarebbero una sorta di tributo degli scienziati ai loro maestri e ispiratori. Più concretamente, collegano la ricerca presentata con quelle già svolte dallo stesso autore o da altri. Tuttavia è ragionevole assumere che il numero di citazioni ricevute da un determinato lavoro possa rappresentare un'indicazione della sua importanza o almeno del suo impatto sulla comunità scientifica.(3) Si tratta, ovviamente, di una misura che risente in modo decisivo delle abitudini di citazione: ciascuna disciplina, e talvolta ciascuna linea di ricerca, ha tradizioni culturali ed esigenze specifiche. Altri aspetti rilevanti sembrano

essere la facilità di reperimento della rivista, il costo, il grado di specializzazione e il carattere dei lavori pubblicati (review, lettere, articoli originali, ecc.).(1) È opportuno dunque effettuare confronti solo tra pubblicazioni analoghe dello stesso settore. In particolare sarà studiato il caso della fisica delle alte energie, esemplare dal punto di vista dell'uso delle nuove tecnologie perché da un lato esiste un archivio di e-print completo¹ e dall'altro sono gratuitamente disponibili – grazie al progetto SPIRES² – informazioni bibliografiche su oltre 415 mila articoli del settore.

L'analisi bibliometrica: un po' di storia

Il concetto di bibliometria è stato usato negli ultimi decenni per fare riferimento a una disciplina che utilizza tecniche matematiche e statistiche per analizzare i modelli di distribuzione dell'informazione, ed in particolare delle pubblicazioni. La terminologia usata correntemente è frutto della brillante intuizione di Eugene Garfield, che negli anni Sessanta ideò e mise a punto lo Science Citation Index (SCI), prodotto dall'azienda privata Institute for Scientific Information (ISI).(3) L'idea originale consisteva nel creare un archivio che arricchisse la descrizione di ogni articolo scientifico pubblicato con i riferimenti bibliografici in esso contenuti, ricostruendo così la rete complessa di legami. Lo scopo era quello di facilitare le ricerche bibliografiche, ad esempio consentendo di partire da un importante lavoro del passato per identificarne gli sviluppi recenti. L'archivio destò subito grande interesse soprattutto tra chimici e biologi, ma anche tra sociologi e storici della scienza, in particolare Derek de Solla Price,(3) che si entusiasmò della possibilità di studiare gli sviluppi della scienza contemporanea con gli strumenti statistici quantitativi che gli erano forniti dallo SCI.

Attualmente la bibliometria, e in particolare il più noto degli indicatori, l'impact factor, viene comunemente usata come criterio “oggettivo” per valutare la qualità del lavoro scientifico svolto da un singolo ricercatore o da un'istituzione. Lo stesso Garfield invita a una certa cautela in tal senso: “Perhaps the most important and recent use of impact is in the process of academic evaluation. The impact factor can be used to provide a gross approximation of the prestige of journals in which individual have been published”.(5) Nel presente lavoro intendiamo usare metodi e strumenti bibliometrici

¹ La pagina web è: <http://arxiv.org>

² La pagina web è: <http://www.slac.stanford.edu/spires/hep/>

per analizzare alcuni aspetti della comunicazione scientifica, ma senza alcuna intenzione di giudicare la qualità delle pubblicazioni in esame.

La fonte dei dati: SPIRES

Il progetto SPIRES (Stanford Public Information REtrieval System) nacque nel 1974 dalla raccolta di note bibliografiche sugli articoli di fisica delle alte energie curata dalla biblioteca universitaria di Stanford. L'archivio, messo in rete nel 1993, viene continuamente aggiornato e contiene informazioni su oltre 415 mila lavori del settore, inclusi preprint, articoli pubblicati su riviste cartacee, e-print, relazioni tecniche, atti di conferenze e tesi. Si tratta di un database oltremodo completo e ad accesso gratuito, che consente ricerche complesse anche sulle citazioni.

Per interrogare in modo automatico l'archivio SPIRES è stato realizzato un programma dedicato,³ in cui vengono inseriti come parametri l'anno, il mese e la rivista (o l'archivio di e-print), e si ottiene come risposta una lista che contiene mese per mese il numero di citazioni ricevute da tutti gli articoli pubblicati in quella rivista, nell'anno e nel mese indicati. È inoltre possibile restringere il criterio, selezionando solo articoli che abbiano superato una certa soglia di citazioni. Nella tabella 1 forniamo un esempio di output del programma.

Per la lettura di tali dati occorre specificare che è stato aggiunto il “mese zero”, corrisponde a testi di cui non è stato inserito in archivio il mese di pubblicazione. Sono piuttosto rari, soprattutto negli ultimi anni, quindi non influenzano pesantemente le distribuzioni temporali delle citazioni. Un discorso analogo vale per il fenomeno delle “pre-citazioni”: accade, ad esempio, che articoli archiviati nel 1997 citino un lavoro del 1998, non si tratta di errori del programma ma di note bibliografiche aggiornate in un secondo tempo.

Tab. 1 *Numero di citazioni ricevute da articoli pubblicati nel febbraio 1998 sulla rivista Physical Review. I mesi sono indicati in cifre (0=non specificato, 1=gennaio, ecc.). L'indicazione “ALL” significa che sono stati presi in considerazione*

³ L'autore del programma è Marina Candusso (INFN, sezione di Trieste, Italia).

tutti gli articoli pubblicati nel febbraio 1998 su *Physical Review*, la sigla “50+” indica invece che sono stati considerati solo quelli che hanno ricevuto almeno 50 citazioni.

mese	anno	citazioni ricevute ALL	citazioni ricevute 50+
5	1995	2	0
7	1995	1	0
1	1996	1	0
0	1997	1	0
3	1997	2	2
4	1997	0	0
5	1997	2	2
6	1997	3	0
7	1997	6	2
8	1997	2	2
9	1997	7	6
10	1997	10	8
11	1997	3	2
12	1997	3	0
0	1998	10	0
1	1998	10	9
2	1998	32	16
3	1998	103	60
4	1998	72	36
5	1998	85	34
6	1998	131	51
7	1998	116	43
8	1998	62	29
9	1998	80	35
10	1998	72	24
11	1998	90	26
12	1998	64	26
0	1999	10	5
1	1999	68	31
2	1999	70	39
3	1999	75	31
4	1999	52	23

mese	anno	citazioni ricevute ALL	citazioni ricevute 50+
5	1999	78	30
6	1999	77	29
7	1999	77	32
8	1999	59	29
9	1999	71	29
10	1999	51	20
11	1999	54	24
12	1999	44	19
0	2000	12	3
1	2000	47	16
2	2000	52	16
3	2000	59	17
4	2000	42	13
5	2000	48	16
6	2000	59	15
7	2000	90	25
8	2000	50	21
9	2000	49	13
10	2000	33	12
11	2000	48	16
12	2000	40	21
0	2001	12	3
1	2001	40	13
2	2001	29	11
3	2001	40	12
4	2001	37	14
5	2001	49	21
6	2001	37	13
7	2001	49	18
8	2001	39	19
9	2001	42	13
10	2001	18	11
TOTALE		2777	1106

Come si evolvono le riviste

Come base per lo studio dell'evoluzione nell'andamento delle citazioni sono state scelte due riviste: "Physical Review D e C", dell'American Physical Society⁴, e "Nuclear Physics A e B", di Elsevier Science⁵. Sono di ottimo livello, con fattori d'impatto confrontabili,⁶ e per entrambe si è selezionato il mese di febbraio. L'analisi delle citazioni ricevute viene ripetuta per due diversi anni, il 1980 e il 1998. La scelta di questo secondo anno nasce dal compromesso tra due diverse richieste: da un lato l'interesse ad avere una data il più possibile recente per evidenziare i cambiamenti rispetto al passato, dall'altro la necessità di lasciare agli articoli il tempo di raccogliere un numero significativo di citazioni. Dato che l'analisi numerica è stata effettuata a metà ottobre del 2001, per gli articoli del febbraio 1998 si tengono in considerazione 43 mesi interi a partire dalla data di pubblicazione.

Per interpretare correttamente l'andamento delle citazioni nei due periodi considerati, è opportuno confrontare le caratteristiche delle pubblicazioni nelle due annate di riferimento. Come mostrato in tabella 2, Physical Review pubblica in un anno circa il 50% di articoli più di Nuclear Physics, e per entrambe il numero di contributi pubblicati in un anno è più che raddoppiato dal 1980 al 1998. I lavori che hanno ricevuto più di 50 citazioni rimangono invece sempre un centinaio, nonostante le differenze tra le riviste e il fatto che gli articoli usciti nel 1998 abbiano avuto meno tempo per raccogliere citazioni. Questa osservazione preliminare sembra avvalorare la tesi che l'abitudine di citazione sia cambiata negli ultimi vent'anni, e ci spinge ad intraprendere un'analisi più dettagliata del fenomeno.

Per monitorare l'andamento nel tempo delle citazioni, si è scelto di fissare l'attenzione sugli articoli pubblicati in un dato mese – febbraio – e verificare quante volte sono citati in ciascuno dei mesi successivi. Nelle figure 1 e 2 l'asse temporale è traslato in modo che alla data di pubblicazione corrisponda lo zero.

Tab. 2 *Si riporta il numero di articoli pubblicati su Physical Review e Nuclear Physics negli anni 1980 e 1998 (all). Sono indicati anche il numero di articoli che*

⁴ La pagina web è: <http://prola.aps.org/>

⁵ La pagina web è: <http://www.elsevier.com/gej-ng/29/35/show/index.htm>

⁶ I fattori d'impatto di *Physical Review* e *Nuclear Physics* per il 2000, calcolati con il metodo di Garfield, sono rispettivamente 3,84 e 4,21.

hanno ricevuto più di cinquanta (50+) o più di cento (100+) citazioni dalla pubblicazione all'ottobre 2001.

LAVORI PUBBLICATI	1980			1998		
	all	50+	100+	all	50+	100+
Physical Review	924	116	54	2281	114	28
Nuclear Physics	597	100	48	1348	104	20

Fig. 1 - Citazioni ricevute da articoli pubblicati su Physical Review negli anni 1980 e 1998

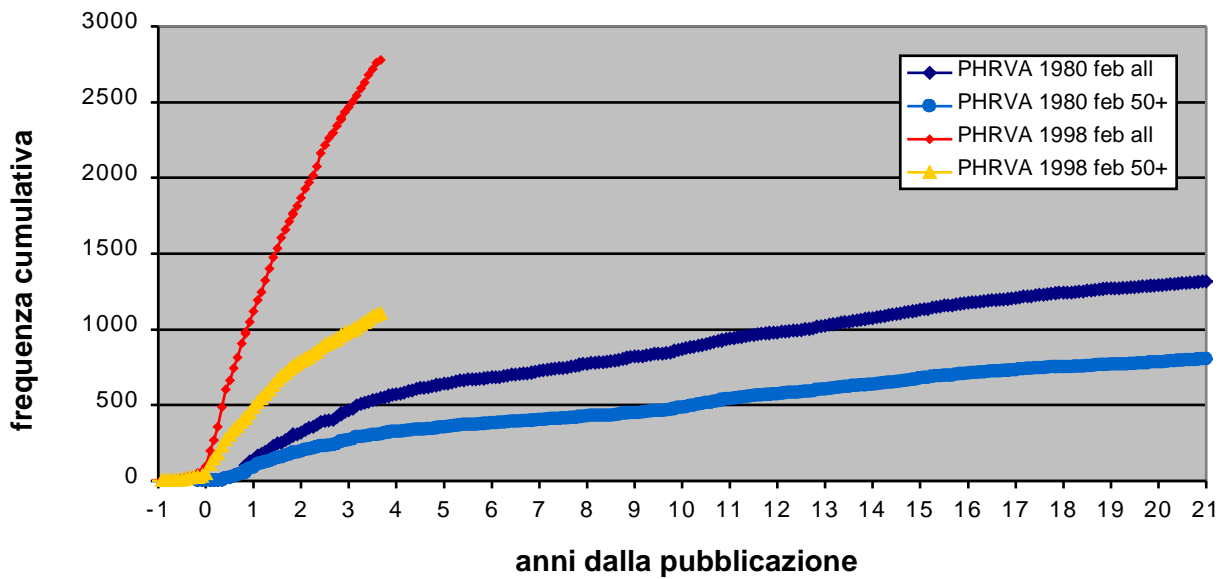


Fig. 1 Il Grafico illustra l'andamento delle citazioni ricevute dagli articoli pubblicati nei mesi di febbraio 1980 e 1998 nella rivista Physical Review.

Fig. 2 - Citazioni ricevute da articoli pubblicati su Nuclear Physics negli anni 1980 e 1998

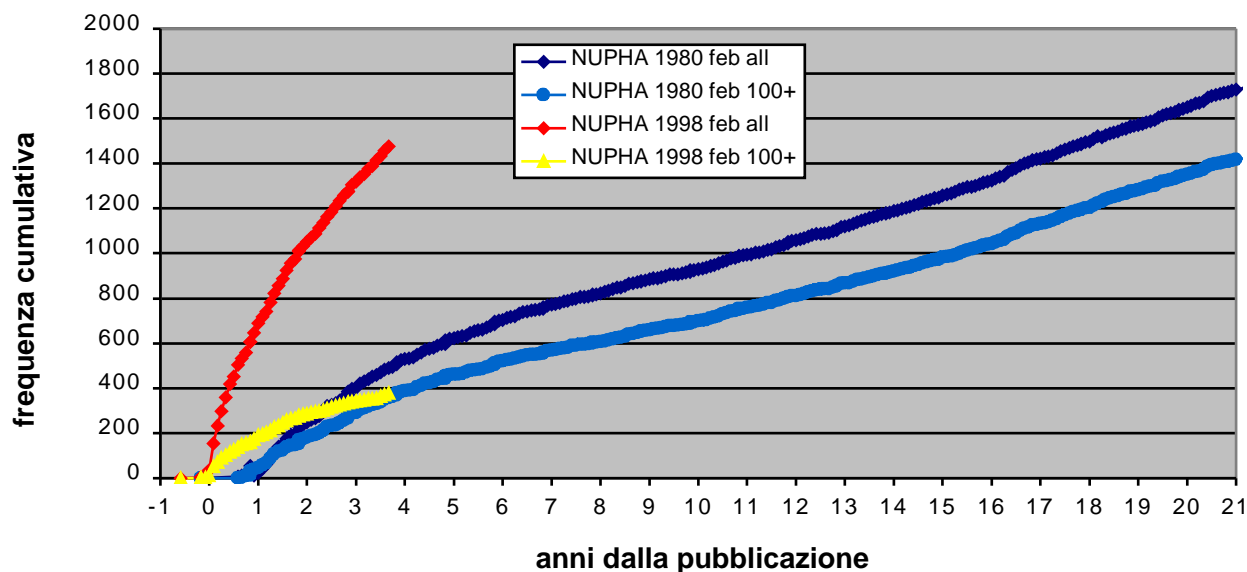


Fig. 2 Il Grafico illustra l'andamento delle citazioni ricevute dagli articoli pubblicati nei mesi di febbraio 1980 e 1998 nella rivista Nuclear Physics.

Confrontando il numero di citazioni raccolte da Physical Review nei primi quarantatré mesi dalla pubblicazione, si nota un divario tra i lavori del 1998 e quelli del 1980 che dà un rapporto pari a 5, mentre il fattore di aumento del numero di articoli pubblicati è 2,5. Per Nuclear Physics invece l'incremento delle citazioni appare meno accentuato: un fattore 3, a fronte di un fattore 2,2 per il volume di articoli.

Per entrambe le riviste si può affermare che è cresciuto l'impatto, inteso qui come numero di citazioni ricevute dall'articolo medio nei primi 43 mesi. Questo incremento può essere letto tout court come un aumento del prestigio delle due testate, ma potrebbe verosimilmente indicare anche un'evoluzione nelle abitudini di citazione, nella direzione di un crescente numero di lavori inseriti in bibliografia. In questa seconda eventualità, tra le cause del cambiamento presumibilmente gioca un ruolo significativo la maggiore reperibilità delle fonti. Si è scelto di proseguire l'analisi ponendo pari a uno il numero di citazioni ricevute nei primi 43 mesi dalla pubblicazione, in modo da poter confrontare la rapidità con cui le citazioni vengono raccolte. Confrontando i due anni considerati, come mostrano le figure 3 e 4, entrambe le riviste mostrano una marcata differenza nelle distribuzioni temporali delle citazioni, che va nella direzione di un aumento della visibilità nel periodo immediatamente

successivo alla pubblicazione, il cui rovescio della medaglia è un minor peso delle citazioni ricevute nella seconda parte del periodo considerato.

Fig. 3 - Citazioni ricevute da articoli pubblicati su Physical Review negli anni 1980 e 1998

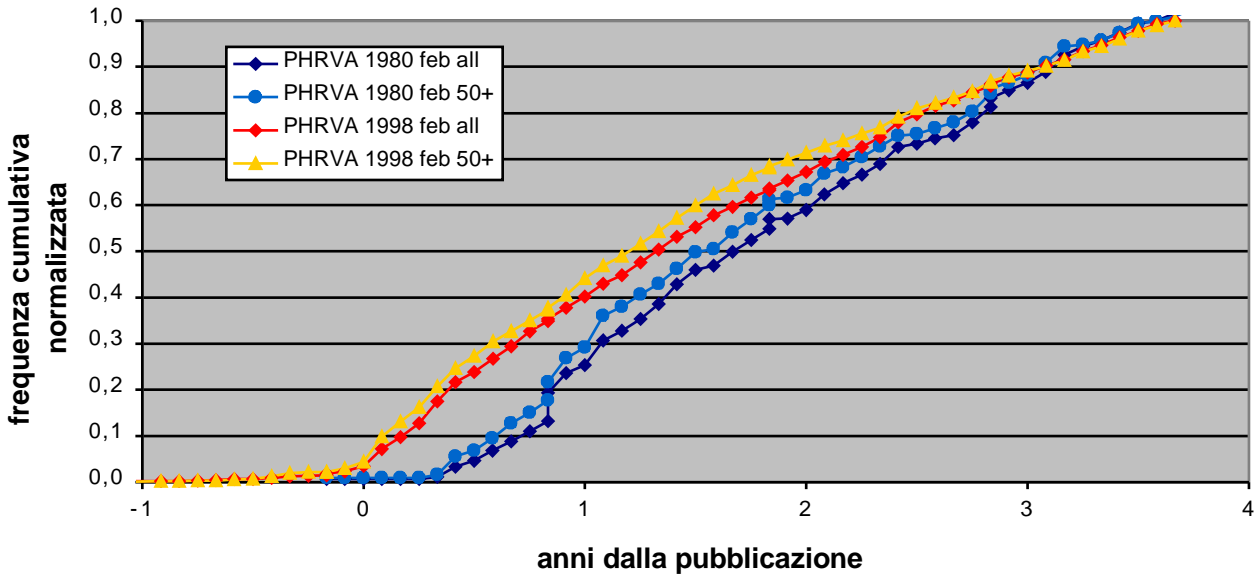
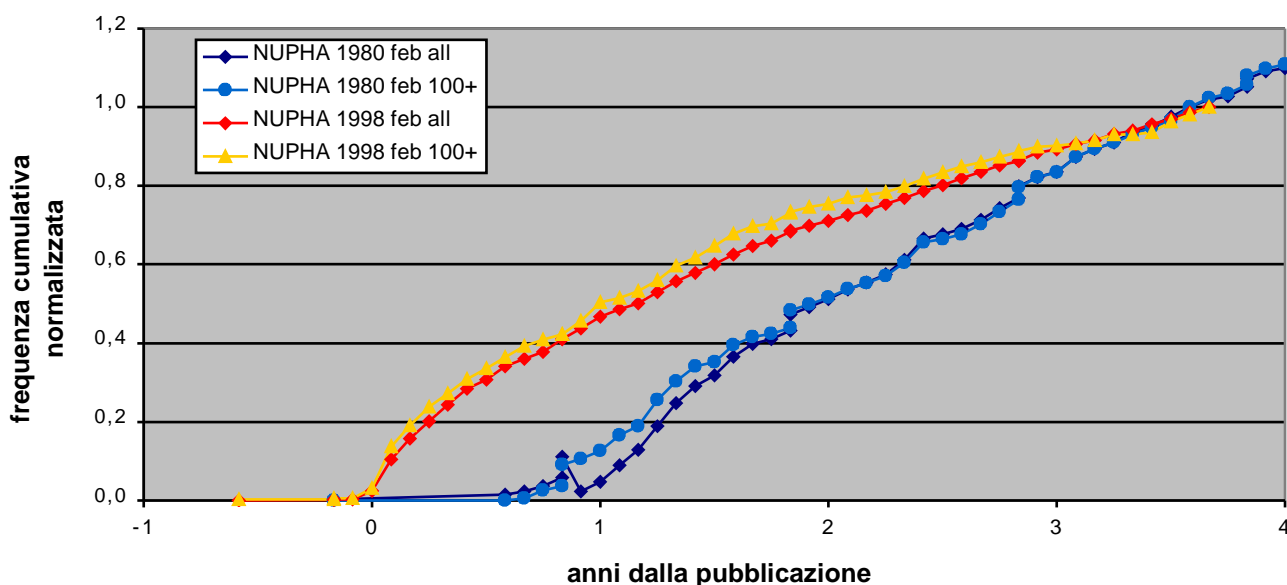


Fig. 3 Il Grafico illustra l'andamento delle citazioni ricevute nei primi 43 mesi dalla pubblicazione dagli articoli pubblicati nei mesi di febbraio 1980 e 1998 nella rivista *Physical Review*.

Fig. 4 Il Grafico illustra l'andamento delle citazioni ricevute nei primi 43 mesi dalla pubblicazione dagli articoli pubblicati nei mesi di febbraio 1980 e 1998 nella rivista *Nuclear Physics*.

Usando come indicatore il tempo necessario a raccogliere la metà delle citazioni, riportato in tabella 3, si nota come esso passi da 20 a 16 mesi per *Physical Review*, e da 24 a 14 mesi per *Nuclear Physics*. La differenza è ancor più marcata se si osservano i tempi necessari a raggiungere il 25% delle citazioni.

Fig. 4 - Citazioni ricevute nei primi 43 mesi da articoli pubblicati su Nuclear Physics negli anni 1980 e 1998



Tab. 3 La tabella riporta il numero di mesi impiegati dagli articoli pubblicati in febbraio su *Physical Review* e *Nuclear Physics* per raccogliere il 25%, 50% e 75% delle citazioni accumulate in 43 mesi. L'analisi è ripetuta per gli anni 1980 e 1998.

	1980			1998		
	25%	50%	75%	25%	50%	75%
Physical Review	12	20	32	6	16	28
Nuclear Physics	16	24	34	5	14	27

L'analisi può essere ripetuta per gli articoli che hanno ricevuto almeno 50 citazioni (indicati nei grafici con la dicitura 50+). Essi raccolgono da soli circa il 50% delle citazioni, e mostrano un andamento del tutto analogo a quello del complesso degli articoli. Scegliendo invece solo i lavori con oltre 100 citazioni si osserva un andamento significativamente diverso, ma si tratta di lavori eccezionali da vari punti di vista e con una statistica molto bassa, tanto da poterli classificare come casi isolati il cui comportamento non influenza pesantemente l'andamento generale. Un'analisi più dettagliata della distribuzione delle citazioni tra articoli più o meno noti, sempre relativamente alla fisica delle alte energie, è stata sviluppata in altre ricerche.(4) Possiamo concludere allora che, rispetto a vent'anni fa, si registra un aumento delle citazioni raccolte nei primi mesi successivi alla pubblicazione, e che questo riguarda sia i contributi di impatto medio alto che i molti lavori meno noti. Con un'immagine presa

a prestito dal mondo economico, si può affermare che il “successo” dell’articolo medio è divenuto più rapido, ma anche più effimero.

Il confronto tra archivi e riviste

L’importanza degli archivi elettronici per la comunità dei fisici delle alte energie è ampiamente documentata, ed alcune ricerche ricostruiscono in dettaglio la vita di un articolo depositato negli archivi.(2) Dal punto di vista dell’analisi della comunicazione gli archivi sono fonti preziose perché contengono tutti i lavori pubblicati, ma anche quelli che non sono stati sottoposti al processo di peer review. Si prendono in esame, con le stessa modalità usate per le riviste, gli archivi HEP-TH ed HEP-PH. Entrambi si riferiscono alla fisica delle alte energie, ma con diverso taglio: HEP-PH contiene prevalentemente articoli sulla fenomenologia o su modelli legati agli esperimenti, HEP-TH contiene prevalentemente articoli di teoria dei campi e delle stringhe, e in generale lavori su modelli astratti, ipotetici, allo stato attuale ancora lontani dagli esperimenti.

Il confronto, presentato in figura 5, tra le distribuzioni temporali delle citazioni nei due archivi e nelle riviste prese ad esempio mostra una notevole somiglianza. Usando come indicatore il tempo necessario a raccogliere il 25%, il 50% e il 75% delle citazioni, riportato in tabella 4, si nota come esso sia analogo per HEP-TH ed HEP-PH, Physical Review e Nuclear Physics.

Fig. 5 - Citazioni ricevute da articoli pubblicati su Physical Review, Nuclear Physics, HEP-Phed HEP-TH

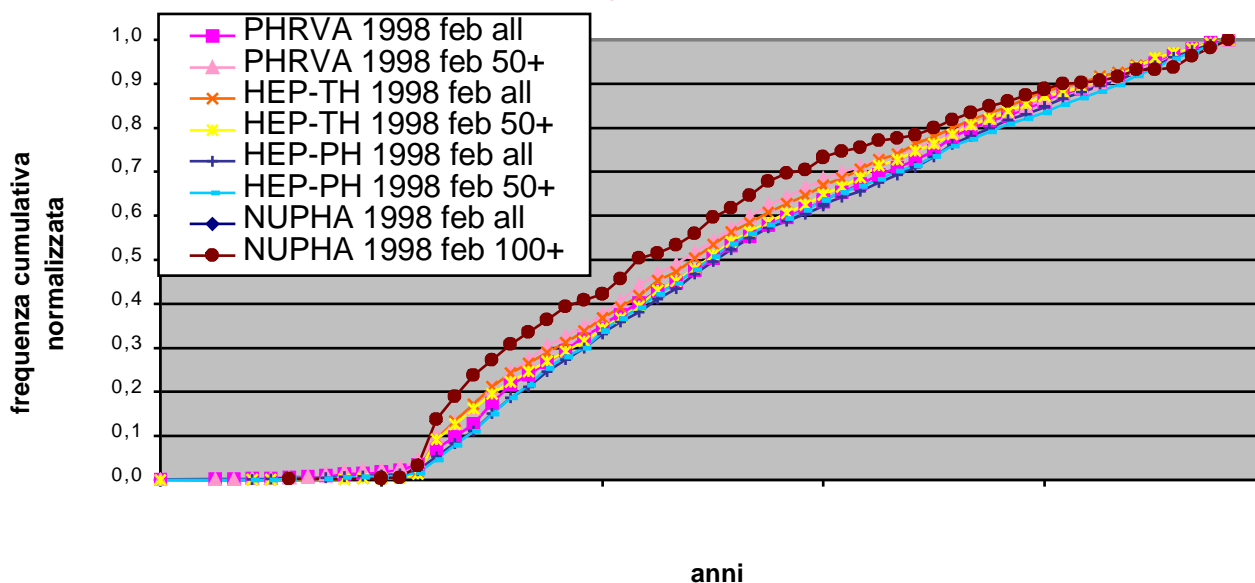


Fig. 5 *L'andamento delle citazioni ricevute nei primi 43 mesi dalla pubblicazione dagli articoli archiviati in HEP-TH nel febbraio 1998.*

Tab. 4 *La tabella riporta il numero di mesi impiegati dagli articoli depositati nel febbraio 1998 nei due archivi HEP-TH ed HEP-PH per raccogliere il 25%, 50% e 75% delle citazioni accumulate in 43 mesi. Si lasciano per confronto i valori corrispondenti delle riviste Physical Review e Nuclear Physics.*

	1998		
	25%	50%	75%
Physical Review	6	16	28
Nuclear Physics	5	14	27
HEP-TH	6	15	27
HEP-PH	7	16	29

Data la natura mista degli archivi – in cui confluiscono tutti gli articoli pubblicati nelle riviste del settore e un numero confrontabile di lavori non pubblicati – se vi fosse uno scostamento rispetto al comportamento delle riviste, dovremmo attribuirlo alla frazione di articoli non pubblicati presente negli archivi stessi. Tali differenze non sono emerse, e l’analogia nell’andamento si presta a diverse interpretazioni. Da un lato si potrebbe sostenere che le abitudini di citazione sono proprie di una comunità scientifica, e quindi non influenzate dalla scelta del mezzo comunicativo, dall’altro si potrebbe invece supporre che tutti gli articoli siano inizialmente intesi, e conseguentemente

strutturati, per la pubblicazione su riviste, anche se non tutti vi approdano. Qualunque sia il peso relativo di queste due interpretazioni, si è indotti a ritenere che le abitudini di citazione usate nei lavori non passati al vaglio della peer review siano analoghe a quelle dei contributi referati.

Fig. 6 - Citazioni ricevute: il confronto tra HEP-TH ed HEP-PH

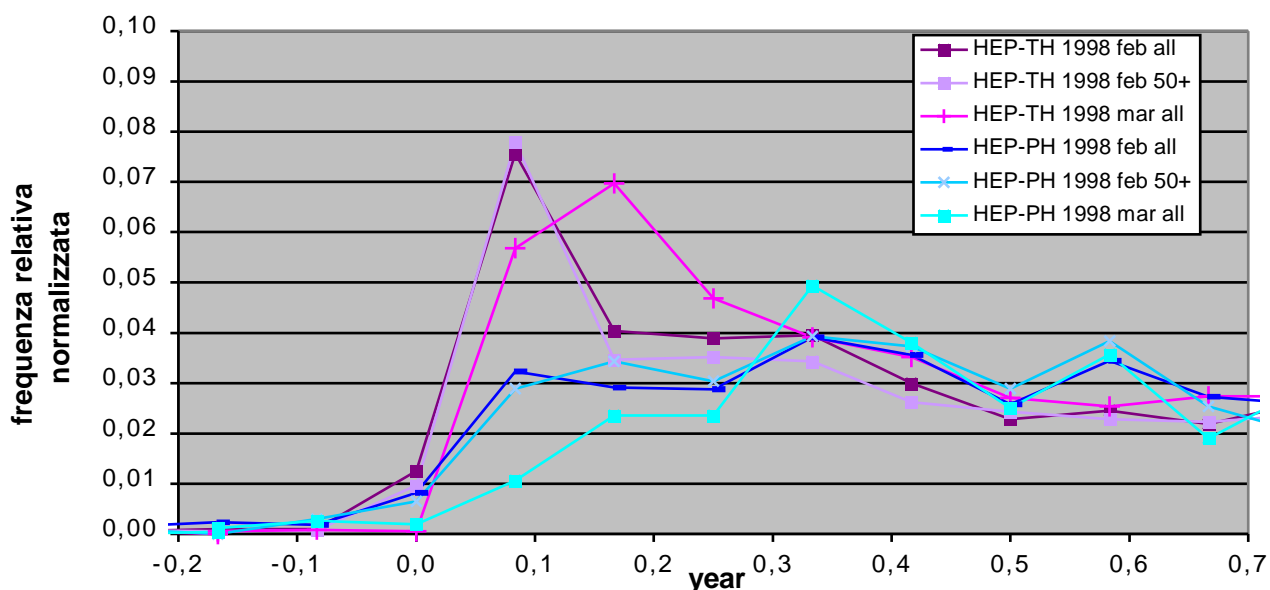


Fig. 6 *L'andamento delle citazioni ricevute nei primi mesi dalla pubblicazione dagli articoli archiviati in HEP-TH ed HEP-PH nei mesi di febbraio e marzo 1998. I due mesi sono stati sommati per aumentare la statistica. Si riporta in ordinata la frequenza di citazioni normalizzata a 43 mesi.*

L'articolazione interna degli archivi

L'uniformità delle abitudini di citazione riscontrate nelle riviste e negli archivi non deve indurre a ritenere che gli strumenti bibliometrici utilizzati tendano ad appiattire i risultati. Si verifica invece che le differenze più marcate sono legate alla sotto-area disciplinare, e quindi trasversali ai media utilizzati. Il confronto, in figura 6, tra l'andamento delle citazioni ricevute nei primi mesi successivi alla pubblicazione da HEP-TH ed HEP-PH mostra una variazione significativa dell'andamento. In particolare

HEP-TH presenta un picco molto accentuato entro i primi due mesi, mentre HEP-PH tende a crescere più lentamente e gradualmente.

Conclusioni

Le indicazioni fornite dall'analisi bibliometrica consentono di evidenziare una parte delle trasformazioni occorse negli ultimi vent'anni nella comunicazione scientifica primaria, limitatamente al settore della fisica delle alte energie. In particolare si notano una crescita assoluta del numero di citazioni ricevute dall'articolo medio e uno schiacciamento delle stesse nel periodo immediatamente successivo alla pubblicazione. Questa accelerazione della visibilità riguarda sia gli articoli a basso impatto che quelli con impatto medio-alto, e lo stesso andamento si ripete sia nelle riviste cartacee che negli archivi elettronici. Si può concludere che il "successo" di un lavoro, referato o meno, è oggi più rapido, ma anche meno duraturo, e questo vale in particolare per articoli di natura più teorica.

I diversi media presentano abitudini di citazione analoghe, ma all'interno del quadro generale presentato si riscontrano delle differenze tra sotto-aree disciplinari, mostrando come l'evoluzione individuata sia in realtà complessa e articolata.

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento a Marina Candusso (INFN, sezione di Trieste, Italia), che ha ideato e sviluppato il software usato dagli autori per ricavare i dati interrogando in modo automatico l'archivio Spires.

Bibliografia

(1) Mayur Amin e Michael Mabe, 2000. *Impact factors: Use and abuse*, in “Perspective in Publishing”, n. 1 ottobre 2000, Elsevier Science, pp. 2-6.

In rete: <http://www.elsevier.com/homepage/about/ita/editors/perspectives1.pdf>

(2) Tim Brody, *Mining the social life of an eprint archive*, in “Open Citation Project”, 6 marzo 2001. In rete: <http://opcit.eprints.org/tdb198/opcit/>

In particolare, si fa riferimento ai seguenti lavori:

- *Citation analysis*.

In rete: <http://opcit.eprints.org/tdb198/opcit/citations/>

- *Comparison between when articles were published and when they were submitted to the archive*. In rete: <http://opcit.eprints.org/tdb198/opcit/publication/>

- *Impact assessment*.

In rete: <http://opcit.eprints.org/tdb198/opcit/impact/>

- *How does citation latency vary with time?*

In rete: <http://opcit.eprints.org/tdb198/opcit/citationage/>

- *The embryology of the publication process*.

In rete: <http://opcit.eprints.org/tdb198/opcit/embryology/>

(3) Blaise Cronin ed Helen Barsky Atkins (a cura di), *The Web of Knowledge. A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*, ASIS Monograph Series, Information Today Inc., New Jersey, 2000, 565 pp.

In particolare, si fa riferimento ai seguenti interventi in esso contenuti:

- Blaise Cronin ed Helen Barsky Atkins, *The Scholar's Spoor*, pp. 1-7;

- Arnold Thackray e David C. Brook, *Eugene Garfield: History, Scientific Information and Chemical Endeavor*, p. 11-23;

- Joshua Lederberg, *How the Science Citation Index Got Started*, pp. 25-64;

- Jack Meadows, *The Growth of Journal Literature: A Historical Perspective*, pp. 87-107;

- Stephen Cole, *The Role of Journalism in the Growth of Scientific Knowledge*, pp. 109-142;

- Jonathan R. Cole, *A Short History of the Use of Citations as a Measure of the Impact of Scientific and Scholarly Work*, pp. 281-300.

(4) Marco Fabbrichesi e Barbara Montolli, *Peer Review. A Case Study. Peer Review in the High-Energy Physics Community*, Trieste, luglio 2001.

In rete: http://tips.sissa.it/docs/peer_review.pdf

(5) Eugene Garfield, *The Impact Factor*, in “Current Contents”, n. 37 (25) 1994, pp. 3-8.

In rete: <http://www.isinet.com/isi/hot/essays/journalcitationreports/7.html>

(6) Pietro Greco, *La scienza on line circola come ai tempi di Galileo Galilei*, in “Telema”, n. 18 1999. In rete: <http://www.fub.it/telema/TELEMA18/Greco18.html>

(7) Robert K. Merton, *Scienza, tecnologia e società nell’Inghilterra del XVII secolo*, Franco Angeli, Milano 1975.

(8) Michele Santoro, *Pubblicazioni cartacee e pubblicazioni digitali: quale futuro per la comunicazione scientifica?*, in “Memoria e Ricerca”, n. 8 (nuova serie) 2001, Franco Angeli Editore. In rete: <http://www.racine.ra.it/oriani/memoriaericerca/15.htm>