

COLLANA PERCORSI AIB, 1

NICOLA DE BELLIS

Introduzione alla bibliometria: dalla teoria alla pratica

 Associazione
italiana biblioteche

Collana Percorsi AIB, 1

Introduzione alla bibliometria: dalla teoria alla pratica

Nicola De Bellis

Roma
Associazione italiana biblioteche
2014

Per la valutazione *ex ante* delle pubblicazioni monografiche l'Associazione italiana biblioteche ricorre a due esperti del settore, di cui almeno uno individuato all'esterno del Comitato scientifico.

Il testo viene riesaminato da almeno uno dei due esperti dopo la revisione richiesta agli autori.

Il Comitato scientifico è composto da: Giovanni Di Domenico, Anna Galluzzi, Alberto Petrucciani.

Editing Palmira M. Barbini

© 2014 Associazione italiana biblioteche

Stampa: Ledi, Milano

Produzione e diffusione: Associazione italiana biblioteche

Viale Castro Pretorio 105 - 00185 Roma

Tel. 064463532, fax 064441139

e-mail aib@aib.it, <http://www.aib.it>

ISBN 978-88-7812-227-7

Indice

Nota	7
Ringraziamenti	7
Acronimi ricorrenti	8
Introduzione	11
1. Storia e presupposti teorici	21
1.1. Contare il progresso: breve storia del riduzionismo nelle scienze sociali	23
1.2. La nascita della bibliometria applicata alla valutazione	30
1.3. Le ‘leggi’ bibliometriche e la bibliometria per bibliometristi	37
2. Strumenti	49
2.1. Indici di citazioni multidisciplinari nel XXI secolo	51
2.2. Il recupero e l’analisi delle citazioni: strumenti, tecniche, problemi	56
2.2.1. Web of Science	59
2.2.2. Scopus	67
2.2.3. Google Scholar	72
3. Bibliometria e valutazione della ricerca	79
3.1. Contare pubblicazioni e citazioni: dagli indicatori grezzi agli indicatori normalizzati	81
3.2. Il problema degli autori multipli	85
3.3. <i>Impact Factor</i> e Journal Citation Reports	91
3.4. Indicatori relativi e problemi di normalizzazione per generici gruppi di articoli	98
3.4.1. Normalizzazione a posteriori: dalle medie ai ranghi percentili	99
3.4.2 Normalizzazione a priori: SNIP e conteggio frazionario delle citazioni	111
3.4.3. Normalizzazione in stile PageRank: EingenFactor e SJR	117

3.5. Valutazione a livello individuale: dal numero di citazioni all'indice <i>h</i> e derivati	119
3.5.1. L'indice di Hirsch	120
3.5.2. Correzioni e varianti dell'indice <i>h</i>	122
3.5.3. Le valutazioni individuali in pratica: il caso dell'Abilitazione Scientifica Nazionale	132
4. Oltre le riviste scientifiche, oltre le citazioni: dalla <i>patent citation analysis</i> all'altermetrica	139
4.1. I brevetti tra scienza, tecnologia, economia	139
4.2. La valutazione nelle scienze sociali e umane	142
4.3. Dalla cybermetrica all'altermetrica	151
5. Mappe della scienza	157
5.1. L'analisi delle cocitazioni	158
5.2. Significato delle mappe	165
Conclusioni	173
Appendice: fonti e strumenti per chi studia bibliometria	177
A) Riviste	177
B) Manualistica	178
C) Società scientifiche, conferenze internazionali, liste di discussione	179
D) Corsi di formazione	181
E) Siti web	181
F) Report e compilazioni di indicatori <i>STI (Science, Technology and Innovation)</i>	182
G) Ranking	185
H) Software	186
I) Servizi commerciali di analisi bibliometrica	187
Bibliografia	191

Nota

Tutti gli URL sono stati verificati l'ultima volta il 30 novembre 2013, mentre le ricerche sui database bibliometrici per il calcolo degli indicatori illustrati negli esempi risalgono al periodo 15-30 marzo 2013. La versione di Web of Science consultata comprende: Science Citation Index Expanded (1970-); Social Sciences Citation Index (1970-); Arts & Humanities Citation Index (1975-). Fino alla fine del 2013, questi archivi erano parte integrante della piattaforma Web of Knowledge di Thomson Reuters. A partire dal gennaio 2014, dopo un'operazione di restyling della piattaforma, sono stati inclusi nella WoS Core Collection assieme al Conference Proceedings Citation Index e al Book Citation Index. Ciò che prima si chiamava Web of Knowledge si chiama ora semplicemente Web of Science.

Ad esclusione delle monografie recenti di editori commerciali, per la maggior parte della letteratura citata nelle note a piè di pagina e in bibliografia esiste una versione gratuita online (preprint, postprint o versione pubblicata in rivista) che può essere facilmente recuperata tramite i comuni motori di ricerca. Analogamente, le monografie del XIX secolo citate in § 1.1 sono quasi tutte scaricabili da <archive.org>. URL e/o DOI delle fonti, pertanto, sono riportati solo quando strettamente necessario, in particolare nei casi di pubblicazioni esistenti solo online e di articoli in corso di stampa.

Le traduzioni dei passi in lingue straniere citati nel testo sono mie.

Tutti i servizi bibliografici (e annessi software) commerciali menzionati sono marchi registrati dei rispettivi produttori.

Ringraziamenti

Ringrazio Anna Galluzzi, Giuseppe Vitiello, Matilde Fontanin e Angela Pacillo per gli utili commenti in fase di revisione; gli amici del team bibliometrico dell'Università di Vienna Juan Gorraiz, Christian Gumpenberger e Martin Wieland per la condivisione di informazioni in merito alle loro attività; Massimiliano Carloni (Thomson Reuters), Christian Palazzesi e David Miño (Elsevier) per le informazioni e le anteprime su WoS, Scopus, *InCites*, *SciVal*.

Ringrazio infine il prof. Paolo Paolucci per avermi coinvolto nel lavoro di verifica e correzione degli indici bibliometrici di una parte dei pediatri italiani candidati alle abilitazioni ANVUR. Una prima versione del libro ha subito molti cambiamenti in seguito a questa esperienza: l'accesso a dati di prima mano e le discussioni su problemi concreti di valutazione si sono rivelati, in effetti, molto più istruttivi del formalismo sterile di tanta letteratura bibliometrica. Dedico questo lavoro a VT al pari dei precedenti.

Acronimi ricorrenti

AI = Article Influence Score

CWTS = Centrum voor Wetenschap en Technologische Studies
(Centre for Science and Technology Studies), Leida

EF = Eigenfactor

ESI = Essential Science Indicators

GS = Google Scholar

IF = Impact Factor

ISSRU = Information Science and Scientometric Research Unit,
Budapest

JCR = Journal Citation Reports

SCI = Science Citation Index

SCIE = Science Citation Index Expanded

SNIP = Source Normalized Impact per Paper

SJR = SCImago Journal Rank

WoS = Web of Science

James Altieri: «That ain't right»
Anthony Soprano Sr.: «Come on, Jimmy, even a broken clock
is right twice a day»

The Sopranos, Stagione 1, Episodio 6 (*Pax Soprana*)

Introduzione

[Bibliometria:] l'applicazione della matematica e di metodi statistici ai libri e altri mezzi di comunicazione¹.

[Scientometria:] l'analisi quantitativa dello sviluppo della scienza dal punto di vista dei processi di trasmissione dell'informazione².

[Informetrica:] l'applicazione di metodi matematici agli oggetti della scienza dell'informazione per la descrizione e l'analisi dei suoi fenomeni, la scoperta delle sue leggi ed il supporto alle sue decisioni³.

Le definizioni classiche di bibliometria (*bibliometrics*) e aree affini, quali scientometria (*scientometrics*) e informetrica (*informetrics*), condividono l'enfasi sulla metodologia d'indagine che le accomuna, cioè l'analisi quantitativa, in prevalenza di tipo statistico, applicata a oggetti dai contorni via via più sfuggenti: i libri, i documenti, la scienza, l'informazione. In linea di principio, come suggeriscono la prima e la terza definizione, i metodi quantitativi non si adattano solo all'informazione scientifica. Qualunque aggregato di segni che trasmetta un qualche tipo di messaggio può essere analizzato con strumenti matematici per gli scopi più diversi. In un sistema di *information retrieval*, ad esempio, lo scopo può essere la selezione dei termini più adatti a rappresentare il contenuto concettuale di una collezione di documenti. In un corpus testuale o musicale, lo scopo può essere l'analisi delle reti di relazioni formali tra gli elementi significativi che lo compongono, come i personaggi di un'opera letteraria o le note di una sinfonia. Ciononostante, è solo l'analisi quantitativa della letteratura prodotta in ambito scientifico che, dagli anni Sessanta del secolo scorso, ha formato il terreno privilegiato di sviluppo e sperimentazione delle tecniche bibliometriche.

Un'analogia tendenza riduttiva emerge nei settori d'indagine apparentemente sconfinati della scientometria e dell'informetrica. La

¹ Alan Pritchard, *Statistical bibliography or bibliometrics?*, «Journal of Documentation», 25 (1969), n. 4, p. 349.

² Vasilij V. Nalimov; Z. M. Mulchenko, *Measurement of science. Study of the development of science as an information process*. Washington, DC: Foreign Technology Division, 1971, p. 2.

³ Otto Nacke, *Informetrie. Ein neuer Name für eine neue Disziplin*, «Nachrichten für Dokumentation», 30 (1979), n. 6, p. 220.

scienza non è solo informazione scientifica comunicata. Anzi, lo sviluppo scientifico e tecnologico coinvolge aspetti e problemi ben lontani dal raggio d'azione della bibliometria, come i fattori educativi, organizzativi, logistici e finanziari connessi alle attività di ricerca e innovazione⁴. Eppure la maggior parte della scientometria militante si concentra sul prodotto finito e finale, cioè pubblicazioni e bibliografie, e usa gli stessi metodi analitici della bibliometria, risultando di fatto indistinguibile da quest'ultima. La stessa attitudine a localizzare l'informazione nel luogo dove è più facile trovarne manifestazioni misurabili – l'universo della letteratura scientifica – caratterizza anche gli studi circolanti sotto l'etichetta di informetrica. Pertanto, nonostante la diversa ampiezza delle relative definizioni, i domini della bibliometria, della scientometria e dell'informetrica si sovrappongono al punto che non vi sono particolari controindicazioni nell'utilizzare come sinonimi i termini che li designano. Ma non tutte le pubblicazioni derivanti dall'attività di ricerca hanno avuto le stesse chances di entrare nel giro della *biblio/sciento/informetrics*. La star, in ogni caso, è l'articolo di rivista scientifica (*scientific paper*) per ragioni facili da intuire: dal XVII secolo in poi, le riviste rappresentano il più efficiente canale di comunicazione nelle scienze naturali e biomediche; gli articoli di rivista sono veicoli di conoscenza 'certificata', in quanto sottoposta all'esame critico delle comunità di esperti nei vari settori disciplinari (*peer review*); a partire dai primi decenni del XX secolo, infine, la struttura bibliografica dell'articolo di rivista ha conosciuto una standardizzazione tale da predisporlo, più di ogni altra tipologia di documento, all'estrazione automatica dei metadati preliminare a ogni analisi quantitativa.

Publicazioni e citazioni sono dunque gli attori principali della storia della bibliometria. La possibilità di contare le prime dipende dalla disponibilità crescente, dalla seconda metà del XIX secolo, di servizi d'indicizzazione che registrano in bibliografie specializzate le informazioni essenziali per ricercare la letteratura scientifica. In un repertorio bibliografico esiste una scheda descrittiva per ogni singolo contributo di ogni singolo autore o gruppo di autori all'interno di una collezione più vasta di contributi simili. Se la collezione iniziale è formata da riviste, il repertorio ospiterà una scheda descrittiva per ogni articolo uscito su ogni fascicolo pubblicato annualmente dalle

⁴ Eliezer Geisler, *The metrics of science and technology*. Westport, CT; London: Quorum Books, 2000.

riviste di partenza lungo un certo intervallo. La scheda di un articolo conterrà, a sua volta, le informazioni analitiche (metadati) utili per identificarlo in maniera univoca: nomi degli autori, affiliazioni istituzionali, titolo dell'articolo e della rivista, anno di pubblicazione, argomento, e così via. Tali informazioni diventano altrettanti criteri o canali di ricerca di quell'articolo nel momento in cui, dopo essere state individuate con metodi manuali o automatici, entrano a far parte di indici facili da consultare, tipicamente sotto forma di elenchi di nomi, parole chiave (*keywords*) o intestazioni di soggetto (*subject headings*). Gli indici sono la chiave di volta del sistema, ciò che rende davvero utile il repertorio bibliografico sia per la ricerca di letteratura che per il conteggio delle pubblicazioni, perché consentono di risalire facilmente da uno dei criteri di ricerca a tutti i documenti che lo soddisfano, ad esempio da un autore o argomento a tutte le pubblicazioni prodotte da quell'autore o che trattano quell'argomento indicizzate nel repertorio. La diffusione di sistemi computerizzati d'indicizzazione e recupero dell'informazione, dalla seconda metà del XX secolo, ha velocizzato e reso più efficiente tanto la produzione quanto l'interrogazione degli indici di letteratura periodica, rendendo la vita più facile anche agli studi quantitativi.

Per le citazioni il discorso è più complicato. Contarle presuppone l'accesso a un indice di citazioni (*citation index*), un tipo di repertorio strutturalmente diverso da quelli tradizionali basati sulla manipolazione di parole chiave o *subject headings*. In un indice di citazioni, l'elemento cruciale è dato dai legami bibliografici tra documenti citanti e documenti citati. Per chiarire la novità di questa prospettiva occorre evidenziare un risvolto semiotico che le consuetudini linguistiche tendono a oscurare: la differenza tra riferimento bibliografico (*reference*) e citazione (*citation*). Se un documento *A* cita, nelle note a piè di pagina o nella bibliografia finale, un documento *B*, allora *A* contiene un riferimento bibliografico (*bibliographic reference, cited reference*) a *B*. Ribaltando la prospettiva, dal punto di vista di *B*, lo stesso legame è una citazione (*citation*) di *B* da parte di *A*. Quindi il riferimento bibliografico è un attributo del testo citante, un segno che rimanda al documento citato nell'intento di comunicare al lettore la familiarità con una fonte. La citazione, al contrario, è un attributo del testo citato, un segno costruito invertendo in maniera speculare il riferimento bibliografico per mezzo di un artificio editoriale. Il riferimento bibliografico è orientato al passato, guarda all'indietro, e parla di 'ciò' che è servito per raggiungere una certa conclusione, mentre la citazione implica un movimento in avanti, verso il futuro, e mette in primo

piano 'chi' ha ricevuto un atomo di attenzione da parte di altri documenti/autori. Un indice di citazioni non fa altro che ripetere questa operazione d'inversione su larga scala, elencando (su carta) o registrando (nei record di un database elettronico) le pubblicazioni citate nelle bibliografie di un gruppo selezionato di fonti e identificando, per ciascuna pubblicazione, l'origine della citazione, cioè il documento o i documenti nei quali compare tra i riferimenti bibliografici. Nelle pagine seguenti, per comodità, si usa spesso il termine «citazione» in maniera indifferenziata per indicare lo stesso oggetto visto ora dalla prospettiva del citante ora da quella del citato. Resta comunque inteso che espressioni come «indicizzazione delle citazioni» puntano a operazioni condotte sui riferimenti bibliografici (*cited references*) di un insieme di fonti, mentre espressioni come «analisi delle citazioni» si riferiscono alle citazioni ricevute da uno o più documenti/autori, cioè al numero di volte in cui essi sono menzionati nelle bibliografie di altri documenti (*citing sources*).

Il primo e più importante indice multidisciplinare di citazioni della letteratura scientifica mai realizzato è lo Science Citation Index (SCI), concepito negli anni Cinquanta dal chimico, *information scientist* e imprenditore statunitense Eugene Garfield⁵. Lo SCI fu pubblicato per la prima volta nel 1963, con dati relativi al 1961, dalla ditta Institute for Scientific Information (ISI) fondata da Garfield a Filadelfia, e fu seguito nel giro di pochi anni dal Social Sciences Citation Index e dallo Arts & Humanities Citation Index, che estendevano l'indicizzazione delle citazioni dal nucleo iniziale di riviste di scienze naturali e biomediche a un gruppo accuratamente selezionato di riviste di scienze sociali e umane. A completare il pacchetto, dal 1975 il Journal Citation Reports (JCR) iniziò a pubblicare annualmente l'*Impact Factor (IF)* delle riviste dello SCI (successivamente anche del Social Sciences Citation Index), una delle metriche più contestate e fraintese nella storia della bibliometria. Tali repertori, acquisiti dalla multinazionale Thomson Scientific & Healthcare (ora Thomson Reuters) nel 1992 e poi confluiti nel portale Web of Science (WoS), hanno costituito per molto tempo l'unica esperienza d'indicizzazione delle citazioni su larga scala, nonché la fonte privilegiata di dati grezzi per le indagini bibliometriche. Solo dieci anni fa, l'irruzione sulla scena di Scopus

⁵ Eugene Garfield, *Citation indexing. Its theory and application in science, technology, and humanities*. New York: John Wiley & Sons, 1979.

e Google Scholar (GS) ha cambiato le carte in tavola, offrendo ai bibliometristi gli strumenti per estendere e al tempo stesso scombussoiare la base empirica della disciplina.

L'analisi quantitativa di pubblicazioni e citazioni può avvenire a diversi livelli di aggregazione, a seconda dell'unità di analisi prescelta: autori individuali o singole pubblicazioni, riviste, settori di ricerca, discipline, gruppi di ricerca, istituzioni, nazioni, regioni geografiche o il mondo intero. In ogni caso, non si tratta di un semplice esercizio matematico. La popolarità acquisita dagli indicatori bibliometrici nella valutazione della ricerca ha proiettato la bibliometria nella galassia della politica e del management della scienza, oscurandone le profonde affinità elettive con la biblioteconomia e le tecniche di *information retrieval*. La corretta applicazione dei metodi di analisi bibliometrica, tuttavia, è possibile solo a partire da una materia prima di qualità, vale a dire un database bibliografico ben strutturato, nel quale sia esercitato un controllo bibliografico approfondito tanto sulla forma standardizzata delle intestazioni (nomi autori, affiliazioni istituzionali, titoli di riviste) quanto sulla classificazione delle diverse tipologie di documenti. I bibliotecari, dal canto loro, possono trarre notevoli vantaggi dalla familiarità con metodi e concetti della bibliometria per almeno quattro motivi:

- 1) La biblioteca universitaria è spesso l'avamposto nel quale docenti e ricercatori trovano una prima forma di assistenza sulle corrette modalità di utilizzo delle banche dati di letteratura scientifica per gli scopi più svariati, dalla verifica degli indici bibliometrici individuali alla definizione di una strategia di pubblicazione efficace.
- 2) La bibliometria, oltre a fungere da supporto dell'*information retrieval* sotto diversi aspetti, ad esempio nella definizione di algoritmi per il ranking dei risultati o per il recupero dei *related articles*, offre un punto di vista originale su concetti, quali 'validità', 'utilità', 'autorevolezza', essenziali nella valutazione sistematica dei documenti ai fini dello sviluppo delle collezioni.
- 3) I metodi bibliometrici gettano un ponte diretto verso una tradizione di ricerca – l'*information science* di matrice anglosassone – in cui l'uso di tecniche quantitative è parte integrante dell'identificazione e soluzione di problemi biblioteconomici, come la valutazione dell'efficacia e della qualità dei servizi di informazione al pubblico.
- 4) Tutte le volte che, in biblioteca come in altri contesti professionali, si giudica la performance di persone o gruppi facendo appello a dati quantitativi (ad esempio per concorsi, promozioni, progetti,

ecc.), lo 'sguardo da nessun luogo' della bibliometria può fornire utili suggerimenti alla lettura e all'interpretazione di quei dati.

In tutti e quattro i casi è implicita la predisposizione della bibliometria a dare indicazioni di 'valore' traducibili in decisioni operative sulla base di relazioni formali tra oggetti (metadati, citazioni bibliografiche, tracce materiali di attività svolte) che, presi singolarmente, non hanno alcun interesse bibliometrico, ma ne acquistano uno all'interno della distribuzione di oggetti simili. Tipicamente il bibliotecario pensa alle operazioni di classificazione dei documenti e di creazione o recupero di legami bibliografici come ad attività neutrali, sganciate da considerazioni di merito, apolitiche. Qui le cose cambiano: una volta entrate nel circuito dell'analisi statistica, entrambe diventano operazioni parziali e selettive che possono incidere, in maniera anche pesante, sulle decisioni in merito a cose e persone. Se il connubio con la dimensione politica non fosse mai avvenuto, del resto, i metodi quantitativi avrebbero avuto scarsa risonanza al di fuori del mondo anglosassone. L'avvento della vocazione valutativa e manageriale della bibliometria, a sua volta, è il risultato di un complesso di circostanze storiche, evoluzioni tecnologiche ed elaborazioni concettuali che hanno reso possibile, dalla metà del Novecento, la trasformazione della scienza e degli scienziati in entità misurabili secondo parametri oggettivi riferiti alle loro pubblicazioni. Le pagine seguenti racconteranno sia l'antefatto, come e perché si è arrivati all'ossessione per le metriche, sia il punto di arrivo di tale percorso, lo spazio senza memoria delle tecniche di analisi bibliometrica, degli indicatori e degli strumenti necessari per costruirli.

Il capitolo 1 ripercorre brevemente la storia della concezione bibliometrica di scienza (§ 1.1) e dell'affermazione di metodi quantitativi nella valutazione della qualità della ricerca (§ 1.2), concludendosi con una panoramica sui fondamenti matematici della disciplina (§ 1.3). Il capitolo 2 è dedicato agli attrezzi del mestiere, cioè gli indici di citazioni. Si parte da alcune considerazioni generali sull'evoluzione subita da questi strumenti nel XXI secolo (§ 2.1), per arrivare a resoconti specifici sulla struttura e le funzionalità dei tre indici multidisciplinari per eccellenza: WoS (§ 2.2.1), Scopus (§ 2.2.2) e GS (§ 2.2.3). Il capitolo 3 introduce i principali indicatori utilizzati nelle valutazioni bibliometriche: l'*IF* delle riviste (§ 3.3); le alternative all'*IF*, in particolare *SNIP* (*Source Normalized Impact per Paper*), *IF* frazionario, *SJR* (*SCImago Journal Rank*), *Eigenfactor* (*EF*) e *Article Influence Score* (*AI*), trattati come soluzioni particolari

al problema più generale della costruzione di indicatori normalizzati per generici gruppi di articoli (§ 3.4); l'indice h e derivati per le valutazioni individuali (§ 3.5). Questo capitolo è fondamentale per chi si avvicina al libro con l'intento di trarne vantaggio nelle applicazioni pratiche poiché il dibattito sugli indicatori normalizzati è il frutto più maturo della *evaluative bibliometrics* e nasce dalla necessità di correggere gli indicatori grezzi in modo da rendere possibili le valutazioni comparative di documenti eterogenei sotto vari aspetti (età, tipologia, area tematica, numero di coautori, autocitazioni, e così via). Qui sono discussi i limiti tecnici dei numeri grezzi di pubblicazioni e citazioni come indicatori bibliometrici (§ 3.1) e viene affrontato il problema della misura del credito intellettuale individuale nei casi di autori multipli (§ 3.2). Qui vengono introdotte le strategie principali per la costruzione di indicatori relativi: normalizzazione *a posteriori* (§ 3.4.1), normalizzazione *a priori* (§ 3.4.2) e normalizzazione in stile *PageRank* (§ 3.4.3). Qui vengono passati in rassegna anche i pregi/difetti dell'indice h e derivati (§ 3.5.1 e § 3.5.2) e vengono esaminati, in relazione al *case study* dell'abilitazione degli aspiranti professori universitari italiani, i problemi che nascono quando la teoria si scontra con la pratica dell'accertamento del merito individuale (§ 3.5.3). Il capitolo 4 illustra in maniera succinta i limiti e le potenzialità della bibliometria in settori non dominati dallo *scientific paper*: il mondo delle invenzioni tecnologiche e dei brevetti (§ 4.1), quello delle scienze umane e sociali (§ 4.2) e quello degli spazi web 1.0 e 2.0 (§ 4.3). Il capitolo 5, infine, descrive una delle applicazioni più popolari della bibliometria, la costruzione di mappe della scienza, soffermandosi in particolare sulla tecnica dell'analisi delle cocitazioni (§ 5.1) e sulla controversa validità dei suoi prodotti (§ 5.2). Nelle parti più tecniche si fa uso di un formalismo elementare e di esempi numerici molto semplici che non richiedono, per essere compresi, alcun prerequisito al di fuori della conoscenza delle quattro operazioni e di nozioni algebriche di base.

Il lettore noterà una certa dissonanza di forma e contenuto tra le sezioni storico-critiche e quelle, di taglio più didascalico, dedicate ai database e agli indicatori: in un certo senso le prime relativizzano e in parte circoscrivono il valore da attribuire ai tecnicismi delle seconde. Questa 'dissociazione' non è il prodotto del caso o di una necessità editoriale, ma la conseguenza inevitabile dell'ambiguità che accompagna, sin dalle origini, l'applicazione dei metodi quantitativi nelle scienze sociali. Da un lato, possiamo seguire la logica evolutiva interna degli strumenti di misura e degli indicatori quanti-

tativi come se davvero ci permettessero di costruire un'immagine sempre più fedele di una realtà esterna indipendente dall'osservatore. In alternativa (o in parallelo), possiamo descrivere il processo di 'reificazione' di quegli strumenti e concetti, la loro progressiva trasformazione in oggetti di un discorso volto essenzialmente a liberare spazio per l'azione politica ed il gioco di potere *evidence-based*⁶.

Gli indicatori bibliometrici non sono strumenti neutrali di osservazione: modificano la realtà osservata e possono adattarsi agli usi più svariati a seconda degli interessi in campo. Ciò non esime dal dovere di comprenderne la logica interna di funzionamento. La parte *hard* della disciplina – database, indicatori, tecniche di normalizzazione – va conosciuta e padroneggiata al meglio perché è con quella che si articola il gioco linguistico, ormai ineluttabile anche in Italia, della *informed peer review*. Sotto questo profilo, l'ingresso della bibliometria negli esercizi nazionali di valutazione rappresenta una svolta importante, un punto (forse) di non ritorno che potenzialmente allinea l'Italia alle pratiche di *research assessment* vigenti in altri paesi. Al contempo, però, non si può ridurre il lavoro bibliometrico al recupero e alla elaborazione di statistiche più o meno sofisticate su pubblicazioni e citazioni, dandone per scontato il significato 'positivo' agli occhi della comunità scientifica. Una semplificazione del genere esporrebbe i risultati di quel lavoro a critiche giustificate, una su tutte l'inconsistenza dell'immagine bibliometrica di scienza e di equivalenze grossolane del tipo 'molto citato' = 'molto influente' = 'di qualità'. Il passo dalla critica allo scherno è poi breve, soprattutto se si basa su idee preconcepite e sulla totale ignoranza di ciò che la bibliometria (non) può fare. Emblematico, al riguardo, l'anatema del chimico (premio Nobel) Richard Ernst, che augurava ai bibliometricisti di essere risucchiati «dal più oscuro buco nero onnivoro in tutto l'universo, così da liberare per sempre l'accademia da questa pestilenza»⁷.

Il riduzionismo bibliometrico è una delle tante forme in cui si è manifestata, nel corso della storia della scienza, la ricerca di certezze assolute in sfere governate dall'incertezza e dalla complessità. Non è solo un'esigenza speculativa. Utilizzati in maniera acritica, gli indi

⁶ Alain Desrosières, *The politics of large numbers. A history of statistical reasoning*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998.

⁷ Richard E. Ernst, *The follies of citation indices and academic ranking lists. A brief commentary to 'Bibliometrics as weapons of mass citation'*, «Chimia», 64 (2010), n. 1/2, p. 90.

catori bibliometrici possono fornire un'arma retorica micidiale per legittimare decisioni politiche già prese sulla base di criteri che non hanno nulla a che vedere con l'equità di giudizio. Dal punto di vista di 'chi' parla il linguaggio della bibliometria, inoltre, l'applicazione di metodi riduzionistici ha i suoi vantaggi anche in termini di produttività, impatto, opportunità di carriera, e così via. Chiunque sia dotato di una solida formazione scientifica di base – matematici, fisici, ingegneri, medici, informatici, ecc. – non trova molta difficoltà a pubblicare lavori di bibliometria. Gli basta estendere all'output di un database bibliometrico le tecniche analitiche applicate con successo nei settori di provenienza. Spesso si tratta di settori dove la matematica serve a interpretare dati e relazioni il cui significato è univoco o quantomeno relativamente stabile all'interno di un sistema condiviso di teorie, concetti, metodi, strumenti di osservazione. Gli oggetti della bibliometria, d'altra parte, non sono palline che rotolano su un piano inclinato né particelle subatomiche o segnali elettrici. La loro identità è socialmente (e psicologicamente) determinata, ma torna comodo fare finta che non lo sia perché è più facile scrivere articoli e libri su argomenti controversi quando si hanno dati di partenza certi (le pubblicazioni e le citazioni), fonti comuni da cui reperirli (gli indici di citazioni), un metodo collaudato per farli parlare (la matematica) e un pubblico ben disposto di burocrati/amministratori ai quali dare in pasto i risultati: «dopo tutto la vita si osserva con maggior vantaggio da una finestra sola»⁸.

⁸ Francis Scott Fitzgerald, *Il grande Gatsby*. Milano: Mondadori, 1988, p. 6.

1. Storia e presupposti teorici

In questo volume si usa il termine «indice», oltre che per riferirsi a un repertorio bibliografico, anche come sinonimo di «indicatore». Un indice/indicatore è una misura di una o più dimensioni di un oggetto non direttamente accessibile all'analisi a causa della sua complessità o semplicemente perché proiettato nel futuro: la pressione barometrica è un indicatore di variazione climatica, il quoziente intellettivo (QI) è un indicatore di ciò che chiamiamo intelligenza, l'indice dei prezzi al consumo è un indicatore delle variazioni dei prezzi di beni e servizi. In certi casi, come il QI o l'indice dei prezzi al consumo, la misura ha senso solo in relazione all'oggetto misurato ed è priva di vita autonoma (non esiste un QI di qualcosa di diverso dall'intelligenza); in altri, come la pressione barometrica, la misura stessa ha un significato separato rispetto a ciò che dovrebbe indicare (la pressione barometrica è un fenomeno fisico indipendente dalle variazioni climatiche): qualcuno preferisce riservare la qualifica di indicatore ai secondi e chiama indici solo i primi. La relazione tra indicatore e ciò che indica ha una consistenza variabile: è definita in modo chiaro, per mezzo di procedure rigorose di campionamento statistico, nel caso dell'indice dei prezzi al consumo, dove si fa riferimento a oggetti concretamente verificabili (i prezzi reali di beni e servizi); è più vaga nel caso del QI, dove si allude al concetto astratto di intelligenza e dove, addirittura, l'indicatore stesso funziona come definizione operativa di ciò che indica (si riduce l'intelligenza a un punteggio di un test standardizzato). Numeri di pubblicazioni, numeri di citazioni e misure derivate sono indicatori/indici bibliometrici in un senso molto simile al QI: misurano qualcosa di cui non si ha un'idea precisa né un riscontro empirico di prima mano, cioè il 'merito' o 'qualità' nella scienza, e lo fanno appiattendo le molteplici dimensioni della ricerca scientifica sulla dimensione bibliografica.

Ogni tentativo di ridurre un oggetto complesso come la ricerca scientifica a un nucleo di valori e attività elementari presuppone un'immagine, un modello di scienza. Il modello di scienza che sorregge l'impalcatura bibliometrica ricalca un prototipo ben collaudato nelle discipline biomediche e fisico-naturalistiche. Gli scienziati fanno ricerca applicando metodologie condivise all'analisi di fenomeni osservabili con l'obiettivo di svelarne la struttura profonda o le leggi con cui si manifestano. Lo scienziato non è un alchimista

impegnato nella scoperta di segreti incommunicabili. Al contrario, i risultati del suo lavoro acquistano senso e valore solo nel momento in cui vengono comunicati sotto forma di documenti – articoli di riviste, libri, relazioni di convegni, ecc. – sottoposti al vaglio critico e al giudizio di merito degli altri studiosi operanti nello stesso settore. Pubblicare non è un optional. Se si chiedesse a un bibliometrista di definire cosa rende uno scienziato degno di tale nome, la risposta sarebbe inequivocabile: uno scienziato si riconosce dal fatto che almeno una volta nella vita ha comunicato le sue scoperte sotto forma di un testo letto e approvato da esperti della materia.

L'attività di ricerca che culmina nella pubblicazione non è mai isolata nello spazio e nel tempo. Linguaggio, metodi, tecniche e problemi affrontati derivano da una tradizione condivisa che circoscrive tanto lo spettro delle domande che ha senso porre quanto il complesso delle risposte che è lecito attendersi e dei passaggi da compiere per ottenerle. Un codice d'onore silenzioso impone a chi comunica nuovi risultati di riconoscere apertamente tale eredità, in modo da consentire ad altri di ripercorrere gli stessi passi ed eventualmente di procedere oltre. Citare nelle bibliografie delle proprie pubblicazioni le fonti utilizzate è il sistema più immediato per ribadire il rispetto del codice e saldare i debiti intellettuali con colleghi e predecessori. Non è l'unico: una fonte può essere evocata in maniera implicita, con una semplice allusione nel testo, oppure direttamente, riportandone dei frammenti parola per parola (*quotation*). Riferimenti impliciti e *quotations* sono tuttora parte integrante dell'apparato retorico delle scienze sociali e umane. Sul versante opposto, invece, l'evoluzione formale subita dall'articolo di rivista – lo strumento principe di comunicazione nelle scienze naturali e biomediche – è culminata, tra la fine del XIX e la prima metà del XX secolo, in una netta divisione di compiti, esplicitando le funzioni retoriche affidate alle diverse sezioni: il testo fa parlare la 'natura' (materiali, metodi, risultati); la bibliografia finale, collegata al testo da segni convenzionali dettati dai manuali di stile, documenta la 'cultura', il retroterra teorico e sperimentale allestito dagli studi precedenti. Pertanto, ammesso che siano usate secondo le regole di buona condotta e senza barare, le citazioni bibliografiche simboleggiano legami cognitivi essenziali nel circuito di trasmissione e rielaborazione delle conoscenze. Essenziali al punto che Robert Merton, il sociologo americano più congeniale al modello bibliometrico di scienza, le considerava atomi di *peer review*, vale a dire forme

embrionali di valutazione qualitativa sostanzialmente equivalenti ai giudizi di merito espressi dalla comunità dei pari⁹.

1.1. Contare il progresso: breve storia del riduzionismo nelle scienze sociali

Pubblicazioni scientifiche e citazioni delimitano l'insieme degli oggetti rilevanti per lo sguardo bibliometrico. La matematica, in particolare le tecniche di statistica descrittiva e inferenziale, circoscrivono il set dei metodi utili a far parlare quegli oggetti. Questo riduzionismo epistemologico ha una lunga storia, le cui origini si possono convenzionalmente far risalire alla rivoluzione scientifica del XVI-XVII secolo, allorché gli studiosi di varie discipline assimilarono rapidamente l'idea galileiana che la natura sia un gigantesco libro scritto in caratteri matematici. La matematica e la fisica erano in quel momento i modelli di riferimento delle altre scienze. Per Hobbes, ad esempio, sia la realtà fisica che quella sociale erano spiegabili in termini di moto e collisioni. Persino la teologia e la metafisica non ne uscirono indenni: l'*Ethica ordine geometrico demonstrata* (1677) di Spinoza era un tentativo di dedurre conclusioni filosofiche rigorose sulla struttura dell'universo a partire da un set iniziale di assiomi e definizioni sulla natura di Dio.

Il riduzionismo prese varie forme, polarizzandosi attorno all'opposizione tra il meccanicismo dei fenomeni naturali e il carattere vitalistico di quelli biologici. Sul primo versante, scienziati e *philosophes* francesi si resero conto ben presto che il calcolo delle probabilità, nato dalla corrispondenza tra Blaise Pascal e Pierre de Fermat verso la metà del XVII secolo, poteva trovare applicazioni molto più utili dei giochi d'azzardo. In medicina, l'associazione tra numero di casi favorevoli e 'valore' scientifico prese corpo allorché gli studiosi dovettero stabilire, con argomenti convincenti, l'efficacia di due terapie alternative: la migliore sarebbe risultata dal confronto, in termini probabilistici, degli esiti favorevoli ottenuti somministrando le due terapie a gruppi formati dallo stesso numero di pazienti nelle stesse condizioni sperimentali. Anche le scienze morali

⁹ Robert K. Merton, *The normative structure of science*. In: *The sociology of science. Theoretical and empirical investigations*. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 1973, p. 267-278.

subirono il fascino discreto della matematica dell'incertezza, ancora più irresistibile in tempi di collasso morale e instabilità politica. Durante la Rivoluzione francese, Nicolas de Condorcet, uno dei membri politicamente impegnati dell'Académie des Sciences, delineò un programma di ricerca interamente fondato sull'applicazione di metodi quantitativi alle scienze sociali. La sua *mathématique sociale* mirava alla definizione di regole certe per la formulazione di giudizi di valore in situazioni controverse, come la scelta di un metodo di elezione o l'enumerazione delle ragioni favorevoli o contrarie a una data credenza. Egli riteneva che, per raggiungere un obiettivo del genere, fosse necessario scoprire le leggi universali del comportamento umano rimpiazzando i dati grezzi sui comportamenti individuali osservati con medie aritmetiche. Sul fronte opposto, coloro che reputavano uniche e irriducibili le passioni umane contestarono aspramente le tesi di Condorcet: per gli *idéologues* Destutt de Tracy e Pierre Cabanis, i fattori propulsivi del comportamento sociale non potevano essere catturati in formule matematiche e se dei principi esplicativi elementari esistevano, la fisiologia del corpo umano era il posto giusto dove cercarli.

Sia il riduzionismo matematico che quello medico-fisiologico furono screditati dall'evoluzione successiva della sociologia, ma non persero il loro potere seduttivo su scienziati impegnati a percorrere strade nuove. Il primo riaffiorò molto presto, in pieno XIX secolo, sotto le sembianze della *physique sociale* dell'astronomo belga Adolphe Quetelet. Nell'epoca post-napoleonica, gli stati nazione avevano iniziato ad accumulare statistiche di ogni tipo sui cittadini, le loro caratteristiche, le loro abitudini, soprattutto in relazione a condotte e situazioni devianti rispetto al corso ordinario degli eventi (crimini, suicidi, malattie mentali, e così via). Enumerare e classificare gruppi simili di individui 'anomali' a scopi statistici si rivelò, in effetti, una delle forme più efficaci di controllo sociale. Anzi, in certa misura, le operazioni stesse di enumerazione e classificazione servirono a creare quei gruppi, mentre l'insistenza su valori medi e deviazioni dalla media contribuì a materializzare l'idea dell'esistenza di uno status 'normale' socialmente desiderabile di cose e persone¹⁰. Quetelet tradusse il clima politico-intellettuale del suo tempo in un'autentica ossessione per la distribuzione normale o gaussiana, la classica curva a

¹⁰ Ian Hacking, *The taming of chance*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1990.

campana che riproduce l'andamento regolare di molti fenomeni misurabili, per i quali esiste un valore medio più frequente degli altri attorno a cui si dispongono in maniera ordinata tutti i restanti valori con frequenze via via decrescenti. La meccanica estensione delle gaussiane dal regno dell'astronomia all'universo delle qualità fisiche, morali e intellettuali sembrava promettere un fondamento solido alle scienze sociali: in un dato assetto sociale, data l'influenza di certe cause, ne conseguono determinati effetti che oscillano attorno a un punto medio facilmente identificabile. Quindi il semplice calcolo di valori medi su insiemi di dati riferiti alle caratteristiche di intere popolazioni avrebbe permesso, secondo Quetelet, di disegnare il profilo dell'«uomo medio» («*homme moyen*») da utilizzare come guida nell'azione politica. Curiosamente, però, malgrado la fissazione per le curve normali, lo stesso Quetelet riteneva che le qualità morali e intellettuali, come la propensione al crimine, il coraggio e l'intelligenza, non fossero così facili da quantificare poiché l'analisi statistica presupponeva l'identificazione in via preliminare di atti criminali, coraggiosi, intelligenti capaci di fornire informazioni indirette sulle qualità corrispondenti (oggi li chiameremmo, per l'appunto, 'indicatori'). Ma nessun calcolo morale poteva ragionevolmente aspirare a un livello di precisione paragonabile a quello della geometria: «Come potremmo sostenere, senza finire nell'assurdo, che il coraggio di un uomo sta a quello di un altro nel rapporto di cinque a sei» o che «il genio di Omero sta a quello di Virgilio nel rapporto di tre a due?»¹¹.

Al pari della mitologica nozione di «uomo medio» di Quetelet, il modello fisiologico di Cabanis e Destutt de Tracy favorì la realizzazione di studi scientifici pur non essendo, di per sé, un costrutto scientifico. Lo si ritrova innanzitutto nell'idea, condivisa tra gli altri da Auguste Comte e Herbert Spencer, che la società funziona come un organismo vivente, con la sua rete complessa di relazioni tra parti individuali e l'evoluzione inesorabile attraverso stadi prestabiliti di crescita e differenziazione. Comte pensava che tale evoluzione avesse condotto la mente umana a disfarsi delle pastoie della religione e della metafisica per raggiungere, infine, lo «spirito positivo», un'attitudine empirica che consiste nel rinunciare definitivamente alla ricerca delle cause intime dei fenomeni per accontentarsi della scoperta delle loro leggi «attraverso l'uso combinato di ragiona-

¹¹ Adolphe Quetelet, *Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou essai de physique sociale, Tome I*. Paris: Bachelier, 1835, p. 29-30.

mento e osservazione»¹². La mente umana, secondo Comte, non può essere oggetto d'indagine diretta. Non si possono osservare i pensieri di altri individui così come non si possono osservare i propri dall'esterno. Il massimo che si può fare, allora, è analizzare i prodotti delle operazioni mentali, gli effetti della loro materializzazione in cose e azioni. Nel caso delle attività cognitive funzionali alla scoperta di verità scientifiche, ciò equivale a osservare il concreto dispiegamento dei metodi di ricerca nella pratica scientifica, quindi l'unica vera scienza della scienza si riduce alla sintesi dei metodi di ricerca che si sono dimostrati efficaci nelle varie scienze empiriche.

Émile Durkheim portò a logica conclusione le tesi funzionaliste di Comte e Spencer, sostenendo che i fenomeni sociali sono – o dovrebbero essere trattati come – «fatti oggettivi» osservabili e misurabili allo stesso modo degli eventi naturali. Il loro studio, di conseguenza, deve fondarsi sulla collezione di dati empirici associata all'analisi statistica e la loro spiegazione deve far riferimento ad altri fatti sociali, anziché appellarsi a cause profonde di tipo psicologico o biologico. Le classificazioni statistiche permettono di isolare un fatto sociale, ad esempio una corrente di opinione, dalle sue conseguenze pratiche nel mondo reale, come gli alti tassi di nascite o suicidi riconducibili a quella corrente di opinione. Manipolando valori medi anziché casi individuali si può quindi ricavare un'espressione (un 'indicatore') di un certo stato della «coscienza collettiva» («*âme collective*»)¹³. Durkheim sapeva, ad esempio, che le statistiche sul suicidio erano spesso imperfette perché dipendevano da valutazioni soggettive di periti legali ai quali era toccato di catalogare la causa di un decesso, ma ciò non gli impediva di considerare i tassi di suicidio rivelati dalle statistiche come «il fatto» da spiegare alla luce di squilibri strutturali nelle forze sociali. Tanti anni dopo, per un gesto molto più banale del suicidio quale citare un documento in una nota bibliografica, i bibliometristi avrebbero mantenuto un'analoga distanza da stati mentali e diagnosi soggettive per concentrarsi esclusivamente sulle regolarità osservabili nella distribuzione empirica delle citazioni bibliografiche.

Agli albori del XX secolo, studiosi di varia estrazione concordavano nel ritenere che la generazione di nuova conoscenza scientifica, quale forma suprema di attività intellettuale, fosse l'espres-

¹² Auguste Comte, *Course de philosophie positive, Tome I*, 5th ed. Paris: Société Positiviste, 1892, p. 4.

¹³ Émile Durkheim, *Le regole del metodo sociologico*. Firenze: Sansoni, 1964.

sione naturale di un gruppo sociale perfettamente funzionante e funzionale agli equilibri del sistema e che, per comprenderne le dinamiche, fosse sufficiente analizzare le tracce tangibili della sua esistenza. Nello spazio concettuale del darwinismo, intanto, era maturata la convinzione che per riconoscere uno scienziato bravo fosse sufficiente «prendere il verdetto del mondo scientifico espresso in un linguaggio definito»¹⁴. La reputazione tra i colleghi, dunque, era il sintomo principale di eminenza intellettuale poiché «un'alta reputazione è un test abbastanza accurato di grandi capacità»¹⁵. Per molto tempo l'unica evidenza empirica dell'alta reputazione di uno scienziato coincise con fattori esterni alla rete delle pubblicazioni scientifiche, come la titolarità di posizioni accademiche prestigiose, l'inclusione in biografie e dizionari enciclopedici o l'opinione dei colleghi. Sulla scia di Francis Galton, ad esempio, Alphonse de Candolle e James McKeen Cattell compilarono pionieristiche raccolte di dati quantitativi su scienziati eminenti identificati e classificati proprio in base alla loro reputazione¹⁶. Quando però le dimensioni e il grado di specializzazione della scienza crebbero oltre ogni confine immaginabile, i limiti dei vecchi criteri di eccellenza apparvero evidenti e rivolgersi direttamente alla letteratura scientifica per le valutazioni di merito fu un passo quasi naturale da compiere.

Nei primi decenni del Novecento, scienziati e bibliotecari iniziarono a cimentarsi in forme embrionali di analisi statistica delle pubblicazioni e delle citazioni per fornire prove tangibili dell'evoluzione dello spirito umano o, più modestamente, per ricavare indicazioni utili alla gestione di una collezione di documenti. I risultati dei loro sforzi, spesso riuniti sotto l'etichetta convenzionale di «bibliografia statistica» («*statistical bibliography*»), non hanno un carattere sistematico e rappresentano una delle tante tappe di colonizzazione delle scienze sociali da parte della matematica. Troviamo qui la prima analisi quantitativa delle pubblicazioni di anatomia comparata dal

¹⁴ Francis Galton, *English men of science. Their nature and nurture*. London: Macmillan, 1874, p. 3.

¹⁵ *Id.*, *Hereditary genius. An inquiry into its laws and consequences*. London: Macmillan, 1869, p. 2.

¹⁶ Alphonse de Candolle, *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles*. Genève: H. Georg, 1873; *American men of science: A biographical directory*, a cura di James McKeen Cattell. New York: Science Press, 1906.

1543 al 1860, ad opera di Cole e Eales¹⁷; lo studio dei chimici americani Wilson e Fred sulle fasi di sviluppo e stagnazione della letteratura inerente alla fissazione dell'azoto nelle piante¹⁸; l'analisi della evoluzione della letteratura mondiale condotta da Hulme, bibliotecario del Patent Office di Londra, sul catalogo della Royal Society e su 13 annate dell'*International Catalogue of Scientific Literature*¹⁹. Troviamo qui anche gli studi che, sulla scorta di un lavoro pionieristico dei Gross nell'ambito della chimica²⁰, analizzano i riferimenti bibliografici estratti da un campione di fonti allo scopo di quantificare il valore delle pubblicazioni sulla base del numero di citazioni ricevute²¹, di stimare il tasso di obsolescenza della letteratura specializzata²², o di descrivere l'interrelazione tra settori di ricerca all'interno di una disciplina²³. Per quanto rudimentali sul piano del metodo, questi primi esperimenti con le citazioni instaurarono un legame tra analisi qualitative e configurazione della rete bibliografica che avrebbe decretato, nel giro di pochi decenni, la fortuna politica della bibliometria. Paul Otlet, il più visionario tra i padri fondatori dell'*information science*, era andato addirittura oltre prefigurando il bibliotecario del futuro come un professionista attivamente impegnato nella raccolta e classificazione sistematica di misure applicabili a ogni tipologia di documento: non solo banali stime di *output*, ma anche misure 'sostanziali' volte a determinare «il luogo, il tempo

¹⁷ Francis J. Cole; Nellie B. Eales, *The history of comparative anatomy. Part I: A statistical analysis of the literature*, «Science Progress», 11 (1917), n. 43, p. 578-596.

¹⁸ Perry W. Wilson; Edwin B. Fred, *The growth curve of a scientific literature. Nitrogen fixation by plants*, «Scientific Monthly», 41 (1935), n. 3, p. 240-250.

¹⁹ Edward W. Hulme, *Statistical bibliography in relation to the growth of modern civilization*. London: Grafton, 1923.

²⁰ Paul L. K. Gross; E. Gross, *College libraries and chemical education*, «Science», 66 (1927), n. 1713, p. 385-389.

²¹ Herman H. Henkle, *The periodical literature of biochemistry*, «Bulletin of the Medical Library Association», 27 (1938), n. 2, p. 139-147.

²² Charles F. Gosnell, *Obsolescence of books in college libraries*, «College & Research Libraries», 5 (1944), n. 2, p. 115-125.

²³ Husley Cason; Marcella Lubotsky, *The influence and dependence of psychological journals on each other*, «Psychological Bulletin», 33 (1936), n. 1, p. 95-103.

e, per quanto concerne i lettori, la probabilità per i testi di essere letti, quindi di esercitare la loro azione sulla società»²⁴.

In antitesi con l'immagine positivista di scienza prese corpo, verso la fine del XIX secolo, una corrente intellettuale di segno opposto che reclamava l'irriducibilità delle scienze umane e sociali allo stile cognitivo delle scienze naturali. In Germania, patria degli studi storico-filologici, nacque un dibattito molto acceso circa l'identità delle 'scienze dello spirito' (*Geisteswissenschaften*)²⁵. La tesi di John Stuart Mill, secondo cui tali discipline avrebbero raggiunto lo stesso livello di certezza e generalità delle scienze esatte solo facendo leva sulle leggi universali della psicologia individuale, si scontrò con la netta opposizione degli anti-positivisti, i quali puntavano ora sull'unicità degli oggetti ora sulla specificità dei metodi d'indagine delle scienze umane e sociali. Per comprendere le azioni umane erano necessarie, dal loro punto di vista, qualità incompatibili con i metodi induttivi o deduttivi delle scienze naturali, come l'«induzione artistica» (Hermann von Helmholtz), la capacità di sintonizzarsi empaticamente con il mondo dell'esperienza vissuta (Wilhelm Dilthey), il dispiegamento di categorie a-priori dell'intelletto (Wilhelm Windelband, Heinrich Rickert, Georg Simmel, Max Weber). Opinioni diverse esistevano anche tra questi studiosi sulla via migliore da percorrere, ma alla fine le posizioni neokantiane ebbero il sopravvento e l'insistenza di Weber sulla centralità della comprensione dei significati (*Verstehen*) nell'interpretazione dei fatti sociali avrebbe tracciato una linea di confine indelebile tra scienze della natura e scienze dello spirito negli anni a venire. La bibliometria scelse per sé il partito più rassicurante, quello delle scienze 'dure', ignorando quanto sia 'molle' il meccanismo che presiede alla creazione degli oggetti di cui si occupa. Comte aveva spianato la strada invitando i sociologi a preoccuparsi del 'come' e non del 'perché' dei fenomeni. Durkheim si era incamminato proprio lungo quella via, enfatizzando la centralità, nell'analisi dei fatti sociologici, dello studio relativo alla natura, al numero e all'interrelazione tra le parti. Il suo insegnamento avrebbe ispirato numerose linee di ricerca, tra le quali merita attenzione il filone britannico di analisi strutturale

²⁴ Paul Otlet, *Traité de documentation. Le livre sur le livre*. Brussels: Editions Mundaneum, 1934, p. 16.

²⁵ Per una ricostruzione del dibattito vedi R. Lanier Anderson, *The debate over the Geisteswissenschaften in German philosophy*. In: *The Cambridge history of philosophy, 1870-1945*, a cura di Thomas Baldwin. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2003, p. 221-246.

che, attraverso il lavoro di Alfred Radcliffe-Brown e Siegfried Nadel, avrebbe condotto allo sviluppo dell'analisi delle reti sociali, una metodologia d'indagine destinata a grande popolarità tra gli stessi bibliometricisti. Su un binario parallelo, in linea con l'insistenza di Durkheim e Talcott Parsons sull'importanza dell'interiorizzazione delle norme per l'equilibrio dei sistemi sociali, Merton aveva esplorato la struttura normativa della scienza in termini di requisiti funzionali che la bibliometria avrebbe immediatamente avallato: la scienza progredisce perché gli scienziati, a differenza di maghi e impostori, sottomettono le loro affermazioni a controlli di validità logica e verificabilità empirica che avvengono alla luce del sole, o meglio alla luce artificiale di un laboratorio, secondo criteri condivisi da colleghi e predecessori, lasciando traccia del loro passaggio in pubblicazioni e citazioni. Dipingere lo scienziato come un *'paper-delivering professional'* la cui reputazione dipende anche dalla quantità e qualità dei legami bibliografici consegnati alla letteratura scientifica ufficiale è stato uno dei migliori (o peggiori) servizi resi dalla sociologia al settore emergente degli studi quantitativi della scienza.

1.2. La nascita della bibliometria applicata alla valutazione

La svolta bibliometrica nella valutazione della ricerca risale al secondo dopoguerra, quando era ormai chiaro che scienza e tecnologia potevano essere controllate, incanalate, orientate verso specifici obiettivi funzionali alla crescita economica. A quel tempo non c'era quasi più posto, nella comunità internazionale, per il genio solitario, l'amatore che sfida la natura nel chiuso di un laboratorio. La *big science*, la scienza alle spalle di iniziative ciclopiche come il Progetto Manhattan, il telescopio spaziale Hubble e l'industria degli antibiotici, era un'attività collaborativa su larga scala, irrispettosa dei tradizionali confini istituzionali, alimentata sia dal denaro pubblico che da fondi privati. Anche la 'media' e 'piccola' scienza, praticate da gruppi ristretti perlopiù in ambito accademico, risentirono profondamente dei cambiamenti in atto a causa della crescita esponenziale dell'informazione scientifica e della necessità, da parte degli enti finanziatori, di adottare criteri di efficienza nella ripartizione dei fondi. Una migliore organizzazione dei sistemi di gestione e disseminazione dell'informazione, unita a un controllo più serrato sugli investimenti fatti in termini di risultati conseguiti, divennero ben presto

punti chiave sull'agenda di università ed enti di ricerca in tutti i maggiori paesi industrializzati.

Subito dopo il lancio dello Sputnik, apparve chiaro anche in Occidente che l'exploit sovietico era in gran parte la conseguenza di uno stile manageriale orientato al monitoraggio e alla pianificazione strategica delle attività di ricerca. Due influenti scuole scientometriche, del resto, erano già attive durante gli anni del 'disgelo' sotto la guida di Gennady M. Dobrov a Kiev e di Vasilij V. Nalimov a Mosca. L'eco del loro operato raggiunse più volte, in maniera diretta o indiretta, i bibliometricisti occidentali. La fertilizzazione incrociata di esperienze e modelli tra i due blocchi ideologici contrapposti proseguì per diversi anni, anche grazie al lavoro di mediazione di spiriti eclettici come John Desmond Bernal²⁶. Almeno all'inizio, comunque, l'appello a indicatori bibliometrici di performance non era nelle corde del blocco liberale. Gli stati occidentali potenziarono il sistema di gestione dell'informazione scientifica e favorirono, tramite l'OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), la creazione di standard e metodologie condivise per la compilazione di statistiche nazionali e internazionali sull'innovazione scientifico-tecnologica (vedi, ad esempio, i vari *Frascati Manual*, *Oslo Manual*, *Canberra Manual*), ma il focus restava sull'input, le risorse umane e finanziarie dispiegate, piuttosto che sulla qualità dell'output. Si dava per scontato, in linea con la tradizione funzionalista, che in fin dei conti la scienza fosse un sistema dotato di meccanismi interni di auto-regolamentazione, un «libero gioco di liberi intelletti»²⁷, e che salvaguardare la sua autonomia istituzionale fosse la strategia migliore per incentivarne la crescita.

Proprio qui, al crocevia tra l'urgenza di controllo esterno sulle dinamiche di produzione di nuova conoscenza e la necessità di sistemi più avanzati per navigare nell'oceano dell'informazione scientifica, iniziò il cammino verso la gloria dello SCI di Garfield. Un repertorio nato per facilitare la ricerche bibliografiche divenne, in poco tempo, un dispositivo insostituibile nella valutazione comparativa di persone e istituzioni, traendo la spinta decisiva non dal mondo delle biblioteche e dell'*information retrieval*, bensì da quello

²⁶ John D. Bernal, *The social function of science*. London: G. Routledge & Sons, 1939.

²⁷ Vannevar Bush, *Science. The endless frontier*. Washington, DC: National Science Foundation, 1945, p. 12.

dell'amministrazione e del management. La promozione più efficace del nuovo strumento presso l'opinione pubblica e i potenziali acquirenti era garantita dalle sue virtù extra-bibliografiche. Una su tutte, la capacità di facilitare il conteggio delle citazioni ricevute da un documento/autore e quindi di stimarne l'impatto cognitivo. Non solo le citazioni lasciavano intravedere la terra promessa delle valutazioni oggettive, ma la capacità stessa di renderle rintracciabili a partire da un nucleo ristretto di *top journals* innalzò lo status di un servizio bibliografico commerciale al punto da trasformarlo in una sorta di filtro informale della comunicazione scientifica, un arbitro invisibile che si affiancava alla *peer review* influenzando le politiche di sviluppo delle collezioni di biblioteca e le strategie di pubblicazione degli autori: essere inclusi tra le fonti ISI avrebbe rafforzato il potere simbolico e finanziario di una rivista al punto da indurre le biblioteche a stanziare soldi per acquistarla; gli scienziati, dal canto loro, avrebbero iniziato a inviare i loro manoscritti preferibilmente a riviste indicizzate nello SCI. Un trend irreversibile che l'*Impact Factor* di Garfield contribuì a consolidare: per sopravvivere sul fronte accademico si cerca innanzitutto di pubblicare su riviste 'impattate'.

Le citazioni, si sa, sono oggetti fragili. Possono essere usate per tanti motivi, dal più corretto (documentare) al meno nobile (nascondersi dietro l'autorità, ostentare conoscenze mai acquisite, negare visibilità a colleghi non graditi). Trasformarle in una chiave per il controllo bibliografico e l'analisi scientometrica è possibile solo se si sottoscrivono due argomenti situati a metà strada tra la petizione di principio e l'ipotesi statisticamente plausibile. Primo, come sosteneva Merton, gli scienziati non citano in maniera arbitraria, bensì seguendo una 'regola tacita' che impone il riconoscimento del contributo di colleghi e predecessori, quindi ogni citazione incorpora una micro-valutazione, un atomo di *peer review* del documento citato. Secondo, come sostenevano Garfield e il suo discepolo Henry Small, le *cited references* vivono una vita relativamente autonoma nella rete delle pubblicazioni scientifiche, perché ogni documento citato incorpora un contenuto concettuale che prescinde dalle ragioni soggettive per le quali è invocato nel singolo *paper* e che viene riattivato al momento del suo ingresso in una o più bibliografie. Nella letteratura scientifica, a differenza di quanto accade nelle scienze umane e sociali, si tende a citare gli stessi documenti per riferirsi agli stessi concetti (idee, tecniche, dati empirici, ecc.), quindi i riferimenti bibliografici possono essere considerati simboli relativamente stabili di tali concetti («*concept symbols*»). Se si accettano queste due pre-

messe, allora le citazioni diventano sia tracce dei legami tematici tra documenti citati e documenti citanti da sfruttare in un sistema di *information retrieval* sia, soprattutto, indicatori del grado di approvazione dei primi da parte dei secondi, o quantomeno della loro utilità²⁸. Ne derivano due possibili applicazioni, intrinsecamente legate tra loro, che hanno segnato il destino degli indici di citazioni:

- 1) valutare la qualità della ricerca scientifica, non limitandosi a misurare l'input (i soldi spesi, il numero di ricercatori reclutati, e così via) e l'output grezzo (il numero di pubblicazioni prodotte), ma puntando a identificare i settori trainanti, i gruppi più forti, gli scienziati più meritevoli, le aree di sviluppo e quelle di stagnazione (vedi capitoli 3 e 4);
- 2) mappare il territorio della scienza, cioè esplorare, sia da un punto di vista strutturale che dinamico, la rete di legami intellettuali tra documenti, autori, istituzioni, discipline, aree di ricerca allo scopo di approfondire la conoscenza del panorama esistente e raccogliere l'evidenza necessaria a promuovere (o giustificare) gli interventi per modificarlo (vedi capitolo 5).

I dati dello SCI entrarono ufficialmente in circolo nel sistema tramite il report *Science Indicators 1972*, a cura della National Science Foundation, il primo di una serie di repertori mirati a fotografare lo stato di salute della scienza statunitense attraverso un set conveniente di statistiche sulla ricerca di base e applicata. Inizialmente la teoria restò indietro rispetto alla pratica, anche perché non era ancora chiaro cosa esattamente gli indicatori bibliometrici indicassero²⁹. Ma nel giro di pochi anni la situazione cambiò drasticamente, almeno sul piano della legittimazione istituzionale. Innescata dal lancio della rivista *Scientometrics* nel 1978, la maturazione disciplinare proseguì senza sosta, con annesso corredo di riviste, monografie e rassegne di letteratura specializzata, conferenze internazionali, società scientifiche, scuole, software dedicati (vedi Appendice). Dalla metà degli anni Settanta, e in misura sempre maggiore negli anni Ottanta e

²⁸ E. Garfield, *Citation indexes for science. A new dimension in documentation through association of ideas*, «Science», 122 (1955), n. 3159, p. 108-111; Henry G. Small, *Cited documents as concept symbols*, «Social Studies of Science», 8 (1978), n. 3, p. 327-340.

²⁹ *Toward a metric of science. The advent of science indicators*, a cura di Yehuda Elkana [et al.]. New York: John Wiley & Sons, 1978.

Novanta, il baricentro degli studi quantitativi della scienza si spostò dagli USA all'Europa centro-settentrionale, estendendo il proprio raggio d'influenza a India e Cina alle soglie del nuovo millennio. La colonizzazione europea si manifestò innanzitutto nella creazione di centri di ricerca specializzati o nell'accentuata propensione bibliometrica di quelli già esistenti:

- in Germania l'IDIS (Institut für Dokumentation und Information über Sozialmedizin), l'IWT (Institut für Wissenschafts- und Technikforschung) e il Fraunhofer ISI (Institut für System- und Innovationsforschung);
- in Ungheria l'ISSRU (Information Science and Scientometric Research Unit) presso la biblioteca dell'Accademia Ungherese delle Scienze di Budapest;
- in Olanda il CWTS (Centre for Science and Technology Studies) presso l'Università di Leida e il Department of Science & Technology Dynamics presso l'Università di Amsterdam;
- in Belgio l'ECOOM (Centre for R&D Monitoring), un consorzio interuniversitario al quale partecipano tutte le università fiamminghe;
- in Francia l'Observatoire des Sciences et des Techniques e il Centre de Sociologie de l'Innovation dell'École des Mines, entrambi a Parigi;
- in Inghilterra la SPRU (Science Policy Research Unit) presso l'Università del Sussex;
- in Svezia l'Inforsk (Information Research Group) presso il Dipartimento di sociologia dell'Università di Umeå;
- in Spagna il CINDOC - Centro de Información y Documentación Científica del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Sul modello dei report statunitensi, compilazioni di statistiche sulle attività di ricerca e sviluppo a livello nazionale e internazionale hanno visto la luce anche in Europa, America Latina, Asia, Australia, stimolando al contempo la redazione di classifiche di merito di università ed enti di ricerca (vedi Appendice, sezioni F, G). La tradizione degli *university world rankings* ha avuto ripercussioni notevoli sul modo in cui la bibliometria viene percepita e consumata. Costruite con metodologie spesso incoerenti e inaffidabili, perlopiù disprezzate dai bibliometrici di professione, le classifiche unidimensionali in stile *hit parade* esaltano chi vi primeggia (o migliora la propria posizione da un anno all'altro) deprimendo i perdenti e gli

ignavi, al punto da diventare talvolta un pretesto per il lancio di costosissimi programmi di *research excellence*. Ancora peggio, quelle classifiche condizionano i destini individuali di studenti in cerca di una buona università dove iscriversi o di giovani scienziati in cerca del luogo migliore dove perfezionare le proprie competenze.

Nel frattempo, la bibliometria ha fatto il suo ingresso nelle valutazioni comparative individuali dei ricercatori (in occasione di reclutamenti, promozioni, ecc.) e negli esercizi di valutazione collegati ai meccanismi di finanziamento della ricerca universitaria. L'emblema della svolta in Europa è la sostituzione del vecchio RAE (Research Assessment Exercise) britannico, tradizionalmente considerato una roccaforte della *peer review*, con il nuovo REF (Research Excellence Framework), i cui primi risultati, annunciati per il 2014, dipenderanno in parte dall'analisi delle citazioni: «Dove disponibili e appropriate – recitano le linee guida comuni a tutti i *panels* – le citazioni saranno considerate un indicatore positivo del valore accademico (*academic significance*) di un prodotto della ricerca. Saranno solo un elemento di supporto ai giudizi di *peer review* sulla qualità di un prodotto, e non verranno adoperate come strumento principale della valutazione»³⁰. L'Italia si è allineata di recente con il trend internazionale, aderendo al modello della *informed peer review*. Dopo l'entrata in vigore della riforma Gelmini (L. 30 dicembre 2010, n. 240), l'Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR) ha iniettato una dose massiccia di indicatori bibliometrici sia nel programma di valutazione della qualità della ricerca prodotta dai dipartimenti universitari (VQR 2004-2010) che nei criteri per l'abilitazione scientifica nazionale dei professori di prima e seconda fascia.

Il matrimonio tra bibliometria e citazioni ha vissuto fasi alterne in quanto a popolarità, ma si è dimostrato sostanzialmente indissolubile producendo importanti sviluppi pratici e teorici. La base empirica della disciplina ha subito un ampliamento e una frammentazione senza precedenti, dapprima a causa delle versioni 'locali' dello SCI create dai maggiori centri di ricerca bibliometrica per ovviare ai limiti più evidenti del database nativo, in particolare la mancata o erronea disambiguazione dei nomi autore e delle affiliazioni istituzionali; poi a causa della moltiplica-

³⁰ Higher Education Funding Council for England (HEFCE), *REF 2014. Panel criteria and working methods*, 2012, p. 25, <www.ref.ac.uk/media/ref/content/pub/panelcriteriaandworkingmethods/01_12.pdf>.

zione di indici di citazioni ipertestuali favorita dall'avvento del World Wide Web e dalla discesa in campo di nuovi soggetti commerciali. Sul versante della teoria, dalla fine degli anni Settanta, l'attenzione dei bibliometristi si è concentrata sulle condizioni di possibilità di ogni valutazione comparativa basata sulle citazioni. L'assunto di partenza era che fosse possibile 'normalizzare' o correggere i numeri grezzi ricavati dallo SCI in modo da isolare, attraverso elementari operazioni algebriche, il puro *citation impact* da fattori che impediscono un confronto equo tra documenti/autori diversi, come l'età delle citazioni, le autocitazioni, il prestigio delle fonti citanti, la presenza di autori multipli, l'esistenza di abitudini bibliografiche diverse nei vari settori di ricerca (vedi § 3.4). Scoprire la formula più adeguata per confrontare il simile con il simile è tuttora uno dei rompicapi prediletti dai bibliometristi, i quali possono contare su alcune soluzioni esemplari ormai considerate dei classici nel settore:

- l'algoritmo in stile *PageRank* di Francis Narin e Gabriel Pinski per classificare le riviste in base al prestigio delle fonti citanti³¹;
- gli indicatori d'impatto normalizzati in stile ungherese elaborati da Tibor Braun e collaboratori³²;
- gli indicatori parziali convergenti di Ben Martin e John Irvine³³;
- gli indicatori di medio livello per le valutazioni comparative di gruppi di ricerca e istituzioni elaborati nell'orbita del CWTS di Leida³⁴.

Questi contributi formano il retroterra concettuale degli indicatori bibliometrici avanzati che calcano tuttora il palcoscenico della letteratura specializzata. Si tratta di soluzioni molto diverse, spesso

³¹ Gabriel Pinski; Francis Narin, *Citation influence for journal aggregates of scientific publications*, «Information Processing & Management», 12 (1976), n. 5, p. 297-312.

³² Andreás Schubert; Tibor Braun, *Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact*, «Scientometrics», 9 (1986), n. 5-6, p. 281-291.

³³ Ben R. Martin; John Irvine, *Assessing basic research. Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy*, «Research Policy», 12 (1983), n. 2, p. 61-90.

³⁴ Henk F. Moed [et al.], *The use of bibliometric data for the measurement of university research performance*, «Research Policy», 14 (1985), n. 3, p. 131-149.

accompagnate da dibattiti accesi tra i rispettivi sostenitori, ma tutte inevitabilmente ancorate al presupposto che i fenomeni bibliometrici su larga scala abbiano una struttura compatibile con il potere esplicativo della matematica.

1.3. Le 'leggi' bibliometriche e la bibliometria per bibliometristi

Il mio obiettivo è esaminare statisticamente, in modo non troppo matematico, i problemi generali relativi alla forma e alle dimensioni della scienza e le regole di base che governano la crescita e le trasformazioni della scienza nel suo complesso [...] Il metodo adottato è simile a quello della termodinamica [...] Non si fissa l'attenzione su una specifica molecola chiamata George, che viaggia ad una specifica velocità e si trova in un posto ben preciso ad un istante definito; si considera solo la media dell'insieme in cui alcune molecole sono più veloci di altre³⁵.

Quando lo storico della scienza britannico Derek John de Solla Price enunciò una volta per tutte obiettivi e metodi della bibliometria, la sua legge esponenziale di sviluppo della scienza era nota da tempo: qualunque aspetto misurabile dell'evoluzione scientifica e tecnologica si esamini dalla metà del XVII secolo in avanti, come il numero di articoli pubblicati, di ricercatori attivi o di università, il suo caratteristico modo di crescita è esponenziale, cioè si moltiplica, in intervalli uguali, per un fattore costante. L'andamento esponenziale non era omogeneo in tutti i settori e non poteva procedere all'infinito, risultando di fatto poco funzionale alla costruzione di modelli predittivi, ma la puntualità della sua occorrenza appariva come la prima perentoria materializzazione di una legge fisica nella storia della scienza, rispecchiando il successo della legge di Malthus in demografia. Nel frattempo, Price aveva messo le mani sui dati destinati alla prima edizione dello SCI, potendo così esplorare da vicino la rete bibliografica in una porzione molto ampia della sua estensione. Egli considerava le citazioni tracce genuine dei legami intellettuali che presiedono alla creazione di nuova conoscenza e riteneva che, a differenza delle statistiche relative alle pubblicazioni, il numero e la distribuzione delle citazioni riflettessero la struttura meritocratica della scienza³⁶. Esplicitando i dettagli matematici di

³⁵ Derek J. de Solla Price, *Little science big science*. New York: Columbia University Press, 1963, p. viii.

³⁶ *Id.*, *Networks of scientific papers*, «Science», 149 (1965), n. 3683, p. 510-515.

tale distribuzione, Price illustrò le vie da percorrere in almeno tre aree cruciali della scientometria:

- 1) Tracciare mappe dettagliate del territorio della scienza con un grado di risoluzione tale da rendere visibili non soltanto i confini disciplinari, ma anche i fronti di ricerca emergenti in cui gruppi di ricercatori collegati da rapporti informali (*invisible colleges*) promuovono l'innovazione scientifica e tecnologica: un compito che sarebbe stato svolto in seguito perlopiù tramite l'analisi delle reti di collaborazione e l'analisi delle cocitazioni (vedi capitolo 5).
- 2) Esaminare la correlazione tra quantità e qualità mediante un'adeguata rappresentazione matematica del fatto che i ricercatori più produttivi sono spesso anche i più citati: una correlazione successivamente incorporata nell'indice h e derivati. L'indice h di un autore è definito come il numero h delle sue pubblicazioni più citate che hanno ricevuto almeno h citazioni (vedi § 3.5).
- 3) Misurare le abitudini bibliografiche nelle diverse aree disciplinari, in particolare la tendenza dei ricercatori nelle scienze naturali e biomediche a privilegiare l'uso e la citazione di documenti recenti (*immediacy effect*): un compito preliminare alla costruzione (e validazione) degli indicatori normalizzati essenziali nelle valutazioni comparative (vedi § 3.4).

La prospettiva termodinamica rivelò ben presto anche la natura paradossale di ogni indagine quantitativa sulla scienza: si scoprono interessanti regolarità statistiche osservando il sistema dall'alto, mediante la descrizione analitica del comportamento globale di un gran numero di individui che si muovono contemporaneamente in diverse direzioni, ma non si può in alcun modo controllare la principale forza che alimenta il progresso scientifico, ovvero la creatività individuale della «specifica molecola chiamata George, che viaggia ad una specifica velocità e si trova in un posto ben preciso ad un istante definito». All'origine di tale impossibilità, oltre ai fattori socio-psicologici che rendono imprevedibili i comportamenti individuali, si trova anche un gap di natura matematica, una disegualianza strutturale nella distribuzione delle ricchezze dell'universo bibliografico che ostacola l'applicazione di tecniche statistiche collaudate a situazioni scientifiche reali. La storia dell'emergenza e del progressivo aggiramento di questo ostacolo è lunga e complessa. Il suo preludio risale ai primi decenni del XX secolo, quando tre leggi empiriche fondamentali per la scienza dell'informazione furono svelate da Alfred J.

Lotka, Samuel Bradford e George K. Zipf. Le formule di Lotka, Bradford e Zipf, chiamate spesso (impropriamente) «leggi bibliometriche», esprimono la relazione tra fonti (*sources*) e prodotti (*items*) derivati dalle fonti in tre ambiti: autori che producono pubblicazioni in una certa area, riviste che producono articoli su un certo argomento, testi che producono parole con una data frequenza.

Lotka contò il numero di pubblicazioni in due repertori bibliografici di area chimico-fisica e confrontò tale numero con quello degli autori da cui provenivano, giungendo alla conclusione che, approssimativamente³⁷:

$$\text{numero di autori con } N \text{ pubblicazioni} = \frac{\text{Costante}}{N^2}$$

È evidente dalla formula che, aumentando il numero N delle pubblicazioni al denominatore, quello degli autori da cui derivano diminuisce in proporzione inversa al quadrato del primo. Studi successivi dimostrarono che l'esponente della potenza non è necessariamente 2 e che il valore della costante al numeratore cambia a seconda dell'area disciplinare, ma ciò non mutava la natura del fenomeno: il dono della produttività scientifica è distribuito in maniera talmente poco democratica che un numero relativamente ristretto di autori rende conto della maggior parte delle pubblicazioni rilevanti in ogni settore di ricerca.

Bradford fece un esperimento analogo a quello di Lotka sulle pubblicazioni elencate in due bibliografie di geofisica applicata, stavolta registrando i titoli delle riviste di provenienza anziché gli autori³⁸. Ne risultò che, se si classificano le riviste citate in bibliografia per numero di articoli pubblicati e si conta quante ne servono per recuperare una data quantità di articoli di geofisica applicata, si trova una situazione sproporzionata: esiste un nucleo ristretto di riviste che pubblica la maggior parte degli articoli rilevanti per il settore di ricerca, a fronte di un insieme molto più ampio di riviste che pubblica una percentuale molto bassa di contributi. Il rapporto tra nucleo

³⁷ Alfred J. Lotka, *Statistics - The frequency distribution of scientific productivity*, «Journal of the Washington Academy of Sciences», 16 (1926), n. 12, p. 317-325.

³⁸ Samuel C. Bradford, *Sources of information on specific subjects*, «Engineering», 137 (1934), n. 3550, p. 85-86.

e periferia è talmente sbilanciato che, raggruppando le riviste in ordine decrescente di produttività, la quantità di riviste periferiche necessarie per raggiungere lo stesso numero di articoli di geofisica applicata prodotti dalle riviste del nucleo cresce in modo esponenziale. La proporzione tra riviste del nucleo e riviste nelle successive zone di produttività è del tipo:

$$1 : m : m^2 : \dots$$

Il valore m , chiamato moltiplicatore di Bradford, caratterizza la collezione di riviste di partenza: ad esempio, se in un settore disciplinare 10 riviste pubblicano 500 articoli rilevanti su un certo argomento e se il moltiplicatore di Bradford per quel settore è 5, allora servirà un secondo gruppo di circa $10 \cdot 5 = 50$ riviste per ottenere altri 500 articoli rilevanti, un terzo gruppo di circa $10 \cdot 5^2 = 250$ riviste per ottenere altri 500 articoli rilevanti, e così via.

Zipf osservò che in testi scritti di ogni tipo, dai quotidiani americani all'*Ulisse* di Joyce, se si classificano le parole per numero di occorrenze e si moltiplica la posizione in classifica (*rank*) di ciascuna parola per il numero di volte in cui appare, il prodotto è all'incirca uguale a una costante che dipende dalle dimensioni del campione³⁹:

$$\text{rank } W \times \text{numero di occorrenze } W = \text{Costante}$$

Esiste quindi, in un dato testo, una relazione inversa predeterminata tra frequenza e posizione in classifica di ogni parola: ad esempio, nell'*Ulisse*, la decima parola più frequente compare 2.653 volte, la millesima parola più frequente compare 26 volte e il prodotto $10 \cdot 2.653$ dà un risultato simile (non uguale ovviamente) a $1.000 \cdot 26$. In sostanza, un ristretto gruppo di parole ricorre con la massima frequenza mentre una percentuale molto maggiore è formata da termini unici o con un numero molto basso di occorrenze.

Il denominatore comune delle leggi bibliometriche è una marcata asimmetria nella struttura dei processi descritti: pochi autori sono responsabili della maggior parte della letteratura prodotta nel loro

³⁹ George K. Zipf, *The psycho-biology of language. An introduction to dynamic philology*. London: Routledge, 1936.

settore disciplinare; un ristretto gruppo di riviste pubblica la maggior parte degli articoli rilevanti in una data area di ricerca; un numero relativamente basso di parole ricorrenti governa il comportamento linguistico individuale degli autori. In tutti e tre i casi, il grafico che rappresenta la distribuzione della produttività delle fonti in relazione al numero dei prodotti ha una forma iperbolica che rispecchia, anche se in modo approssimato, l'andamento di una legge di potenza (Figura 1). Un andamento antitetico rispetto alla forma simmetrica della distribuzione normale che Quetelet aveva imparato a vedere ovunque e che rappresenta la pietra angolare della statistica moderna.

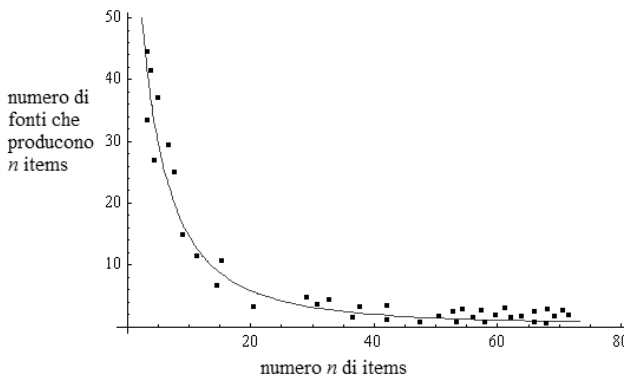


Figura 1 – Esempio di distribuzione di frequenza iperbolica: alle ordinate il numero di fonti che producono il numero n di items riportato alle ascisse, ad esempio autori che producono articoli, articoli che producono citazioni, riviste che producono articoli su un certo argomento, e così via.

Una conferma della validità delle tre leggi empiriche arrivò ben presto anche da altri settori dell'*information science*: Donald J. Urquhart analizzò il numero dei prestiti interbibliotecari di riviste presso la biblioteca dello Science Museum di Londra nel 1956, osservando che meno del 10% dei titoli era in grado di soddisfare circa l'80% delle richieste. Analogamente, verso la fine degli anni Sessanta, l'analisi della rete globale di citazioni tra riviste indicizzate nello SCI condusse Garfield a formulare la «legge di concentrazione», una generalizzazione della legge di Bradford in virtù della quale non più di 1.000 riviste sarebbero state sufficienti, in quel periodo, a coprire il nucleo della letteratura specializzata in tutte le discipline

scientifiche, rendendo di fatto inutile, e forse persino sbagliato, ambire alla copertura totale⁴⁰.

In realtà, il fatto che l'asimmetria (*skewness*) fosse la norma anziché l'eccezione nei *dataset* sperimentali era noto agli statistici ben prima di Lotka, Bradford e Zipf. Anzi, proprio una consapevolezza del genere era stata al centro della trasformazione concettuale che, nella seconda metà del XIX secolo, aveva condotto allo sviluppo di metodi e strumenti della moderna statistica inferenziale. La rivoluzione, avviata in Inghilterra da Francis Galton e dal circolo di matematici formatosi attorno alla rivista *Biometrika*, quali Walter F.R. Weldon, Karl Pearson, William S. Gosset (meglio noto con lo pseudonimo «Student») e George Udny Yule, segnò il passaggio da una concezione meccanicistica a una probabilistica delle scienze sperimentali: per quanto distante dalla 'normalità' appaia a occhio nudo la distribuzione dei dati sperimentali, ciò che conta realmente non è l'insieme dei valori ricavati dalle misure empiriche, necessariamente inaccurate, ma la dispersione di quei valori in conformità a una distribuzione di probabilità teorica espressa in forma matematica. È l'equazione che rende significativo l'insieme delle misure empiriche, collegando ciascun valore individuale con la probabilità della sua occorrenza per mezzo di un modello astratto determinato da parametri inosservabili stimati a partire dai dati stessi. Pearson elaborò un'intera famiglia di distribuzioni asimmetriche (*skewed distributions*) con l'intento di rendere descrivibile, in termini probabilistici, ogni possibile configurazione di dati sperimentali. Le sue soluzioni si dimostrarono inaccurate sotto diversi aspetti, ma contribuirono in modo decisivo ad affermare l'idea che il caso (*randomness*) sia parte integrante della struttura dei fenomeni studiati nelle scienze empiriche e che l'unico modo per controllarne gli effetti sia ammettere l'incertezza nel sistema sin dall'inizio, sotto forma di robusti modelli matematici⁴¹.

Le leggi di Lotka, Bradford e Zipf garantirono diritto di cittadinanza all'asimmetria nel regno della scienza dell'informazione e

⁴⁰ Per una rassegna sulle leggi di Urquhart e Garfield da una prospettiva biblioteconomica, vedi Stephen J. Bensman, *Journal collection management as a cumulative advantage process*, «College & Research Libraries», 46 (1985), n. 1, p. 13-29.

⁴¹ Una ricostruzione divulgativa della rivoluzione probabilistica nelle scienze sperimentali si trova in David Salsburg, *The lady tasting tea. How statistics revolutionized science in the twentieth century*. New York: W.H. Freeman, 2001.

prepararono il terreno al trattamento matematico avanzato dei fenomeni informetrici. A partire dagli anni Cinquanta, e in maniera più sistematica dagli anni Settanta, molti studiosi cercarono di tradurre in linguaggio matematico rigoroso le formulazioni originarie, così da facilitare l'esecuzione di test statistici di adattamento (*goodness of fit*) dei modelli teorici a campioni di dati raccolti in diversi domini disciplinari. Guardando la Figura 1, si può pensare a tali esercizi come al tentativo di trovare la formula della curva (la linea continua) che meglio si adatta ai valori numerici individuali (i puntini) e di misurare la discrepanza tra la prima e i secondi. Gli sviluppi più interessanti si ebbero quando, concentrandosi sull'affinità strutturale delle tre leggi e sulla loro relazione con simili regolarità osservate in altri settori (ad esempio il principio 80/20 o legge di Pareto in economia), si riuscì a dimostrare che, sotto determinate ipotesi, le distribuzioni bibliometriche sono matematicamente equivalenti e possono essere derivate da un unico set iniziale di principi di tipo stocastico o deterministico. Un esempio importante di modello stocastico, basato su ipotesi già adottate da Yule per descrivere la distribuzione delle specie biologiche, è quello elaborato da Herbert A. Simon nel 1955 e successivamente rivitalizzato da Price⁴². Un esempio recente di modello deterministico è la generalizzazione della legge di Lotka proposta da Leo Egghe come fondamento per una descrizione matematica unificata di tutti i processi di produzione dell'informazione⁴³. Altri sostanziali contributi in questa direzione sono arrivati da Bertram Brookes, Herbert Sichel, Abraham Bookstein, I. Ravichandra Rao, Andreás Schubert, Wolfgang Glänzel, Ronald Rousseau, Quentin Burrell: per quanto spesso indecifrabili dai profani, i loro modelli matematici avanzati sono l'ingrediente principale di una bibliometria per bibliometrici che forma il nocciolo duro della disciplina.

L'asimmetria delle distribuzioni bibliometriche non è un fatto puramente speculativo, ma ha ripercussioni pratiche molto pesanti, tre delle quali meritano un'attenzione specifica:

⁴² D. J. de Solla Price, *A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes*, «Journal of the American Society for Information Science», 27 (1976), n. 2, p. 292-306.

⁴³ Leo Egghe, *Power laws in the information production process. Lotkaian informetrics*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005.

- 1) La media aritmetica, e più in generale le misure di tendenza centrale, hanno scarso significato se il campione è estratto da una popolazione non normale: un limite grave se si pensa all'importanza rivestita dalle medie nella costruzione di indicatori normalizzati (vedi § 3.4.1).
- 2) Il concetto di campione casuale (*random sample*) è problematico in un mondo asimmetrico: uno studio statistico sulla produttività delle università internazionali non avrebbe senso se, in nome della *randomness*, dal campione venissero escluse le università con valori eccezionali di produttività come Harvard, Cambridge, Stanford, ecc.
- 3) Tecniche parametriche consolidate come correlazione e regressione lineare non danno risultati affidabili se le variabili in gioco non sono distribuite normalmente: una circostanza preoccupante se si pensa che la correlazione lineare positiva tra numeri di citazioni e giudizi di *peer review* è alla base di quasi tutti gli argomenti a favore dell'uso della bibliometria nelle valutazioni.

L'occorrenza di distribuzioni non gaussiane in diverse aree delle scienze sociali, dall'economia alla sociologia, dalla psicologia alla linguistica, ha spesso alimentato il sospetto che le distribuzioni normali e quelle iperboliche sottendano irriducibili differenze nella struttura degli eventi descritti: le prime più adeguate a rappresentare fenomeni naturali derivanti dall'aggregazione di molte variabili dal comportamento casuale e indipendente; le seconde più consona a processi sociali dove l'azione del caso è frenata dall'occorrenza di valori eccezionali (*outliers*) che non possono essere semplicemente trascurati, ma devono trovare adeguata collocazione in un quadro teorico soddisfacente. Sulla scorta di Mandelbrot, i matematici russi Anatoly Yablonsky e Sergej Haitun arrivarono addirittura a sostenere che le distribuzioni iperboliche non sono compatibili con il paradigma gaussiano e che un nuovo quadro concettuale è necessario per manipolare entità non convenzionali come varianze infinite, medie e intervalli di confidenza instabili. Anche Bertram Brookes, uno dei ricercatori più attivi sul fronte bibliometrico anglosassone, maturò una tale ossessione per le implicazioni matematiche della legge di Bradford da invocare un nuovo «calcolo individuale» capace di competere con il tradizio-

nale calcolo delle classi nella fondazione di una nuova teoria statistica per le scienze sociali⁴⁴.

Un «calcolo individuale» per le scienze sociali non vide mai la luce. Piuttosto, i bibliometrici impararono a fare ricorso al teorema del limite centrale e procedure non parametriche per difendere la validità delle loro analisi dalle minacce dell'asimmetria. Il teorema del limite centrale afferma che, se si lavora con campioni di sufficiente ampiezza e si ipotizza una variabilità finita nei dati, qualunque sia la distribuzione delle variabili casuali sotto osservazione, la loro somma può essere trattata come una variabile con distribuzione approssimativamente normale. Le distribuzioni bibliometriche non sono gaussiane, ma entrano nel dominio di attrazione della gaussiana, prestandosi di conseguenza alla costruzione di indicatori basati su misure di tendenza centrale⁴⁵. Tradotto nella pratica del lavoro bibliometrico, ciò significa che, se si lavora con un numero alto di pubblicazioni e citazioni, come tipicamente accade quando si effettuano conteggi a livello aggregato (gruppi di ricerca, istituzioni) anziché a livello individuale, allora si può trascurare l'effetto deviante dell'asimmetria. Non tutti, però, concordano con questa versione. Alcuni sostengono, al contrario, che le condizioni necessarie affinché la situazione precedente si verifichi sono violate dalla maggior parte dei *dataset* bibliometrici, al punto da rendere inapplicabile il teorema del limite centrale⁴⁶. Si può sempre, ovviamente, calcolare la media di un certo numero di osservazioni anche in assenza di attrazione gaussiana, ma se tale calcolo fosse ripetuto su vari campioni si otterrebbero valori talmente diversi da rendere inutile il concetto stesso di media.

Quasi mai gli studi bibliometrici pubblicati mostrano una reale consapevolezza del gap matematico che rischia di minarne le fondamenta. Ironicamente, infatti, entrambe le prerogative evocate

⁴⁴ Bertram C. Brookes, *The Bradford Law. A new calculus for the social sciences?*, «Journal of the American Society for Information Science», 30 (1979), n. 4, p. 233-234.

⁴⁵ Wolfgang Glänzel, *Seven myths in bibliometrics. About facts and fiction in quantitative science studies*. In: *Proceedings of WIS 2008*, <www.collnet.de/Berlin-2008/GlanzelWIS2008smb.pdf>.

⁴⁶ Sylvan Katz, *Scale-independent measures. Theory and practice*. In: *Proceedings of the 17th International Science and Technology Indicators Conference*, Sept 5-8, 2012, <www.academia.edu/2543707/Scale-Independent_Measures_Theory_and_Practice>.

da Price nel passo citato all'inizio – il «modo non troppo matematico» e l'esclusione della «molecola chiamata George» – furono ben presto dimenticate, anche grazie ai suoi insegnamenti: sempre più «molecole George» sarebbero state sottoposte a valutazioni bibliometriche individuali e sempre più modelli matematici sofisticati avrebbero visto la luce per spiegare la struttura dei *dataset* bibliometrici. Nel secondo caso, l'evoluzione è stata per certi versi paradossale, poiché virtualmente ogni modello matematico di largo uso nelle altre scienze ha trovato sfogo in qualche forma di esercizio bibliometrico. L'applicazione di tali modelli, tuttavia, è sempre avvenuta sotto forma di esperimenti isolati, privi di riferimento ad un quadro teorico condiviso⁴⁷. L'unico trend degno di nota, semmai, è l'importanza crescente rivestita dalla dimensione temporale. I modelli dinamici di trasferimento dell'informazione sottendono una promessa molto allettante: la possibilità di predire il corso futuro degli eventi, o quantomeno di rendere più precisa e manipolabile la nozione di cambiamento scientifico. Ma fare previsioni sensate, anche solo su base probabilistica, è impossibile in bibliometria come in altre scienze sociali, a meno che non si vogliano chiamare previsioni i pronostici scontati come il seguente: una tra le università di Harvard, Columbia, Cambridge, Berkeley e Oxford sfornerà con buona probabilità il prossimo premio Nobel. Pronostici del genere sono in tutto e per tutto assimilabili alla previsione che una tra Juventus, Roma, Napoli, Inter e Milan vincerà il prossimo campionato di calcio di serie A. Qui non serve la statistica, basta individuare le squadre alimentate da maggiori capitali finanziari e con andamento da *top team* negli ultimi quattro, cinque anni. Ecco allora una caratteristica disarmante dell'analisi bibliometrica, che appare tanto più accurata quanto più si limita a rispecchiare gerarchie consolidate. Sembra valere per essa la prerogativa che il filosofo tedesco Georg W.F. Hegel riconosceva alla filosofia nei suoi *Lineamenti di filosofia del diritto*, paragonandola alla nottola di Minerva che spicca il volo sul far del crepuscolo: l'elaborazione teorica arriva alla fine del percorso, quando i giochi sono ormai fatti, e non dice nulla su come la realtà dovrebbe o potrebbe essere,

⁴⁷ Per una rassegna dei principali modelli matematici adottati in bibliometria vedi *Models of science dynamics. Encounters between complexity theory and information sciences*, a cura di Andrea Scharnhorst, Katy Börner, Peter van den Besselaar. Berlin: Springer, 2012.

limitandosi piuttosto a ratificare gli equilibri di potere esistenti. Questa rigidità speculativa aiuta a spiegare come mai, a fronte di modelli matematici oltremodo raffinati, la dimensione manageriale della scienza sia rimasta ancorata a indicatori grezzi e ranking unidimensionali che gli stessi bibliometristi di professione considerano aberranti sul piano teorico.

2. Strumenti

Si possono contare le citazioni solo se si dispone di un indice di citazioni e per costruire un indice di citazioni serve un gruppo iniziale di fonti di cui indicizzare le bibliografie. Ancora oggi, come negli anni Sessanta, le fonti sono in misura preponderante articoli di riviste scientifiche internazionali in lingua inglese, ma alcuni cambiamenti radicali si sono verificati nel frattempo. Verso la metà degli anni Novanta, mentre Internet e il World Wide Web contagiavano in maniera irreversibile il mondo dell'informazione scientifica, la tecnologia dell'ipertesto ha rivoluzionato la struttura e le modalità d'interrogazione dei database bibliografici, oscurando la tradizionale linea di separazione fisica e concettuale tra indici per parola e indici di citazioni. Ricerche per parola e ricerche per citazione sono così diventate semplicemente due modi alternativi di percorrere la rete degli hyperlink tra documenti e servizi di uno o più provider di contenuti digitali. La trasformazione ha avuto ripercussioni importanti sul microcosmo della bibliometria, provocando un ampliamento dell'offerta che ha ridisegnato per intero i confini della base empirica della disciplina.

In primo luogo, database già esistenti e altri di nuova generazione sono stati potenziati dall'identificazione dei legami bibliografici interni al nucleo delle fonti indicizzate. Un canale di ricerca *cited by* è ormai integrato nelle maggiori piattaforme commerciali di accesso alla letteratura accademica, come SpringerLink, ScienceDirect di Elsevier, Wiley Online Library, Taylor & Francis, SAGE, Wolters Kluwer. Oltre 4200 editori si appoggiano altresì a CrossRef, il servizio di *reference linking* nato alla fine del 1999, che utilizza la tecnologia DOI (Digital Object Identifier) per consentire agli utenti di muoversi senza soluzione di continuità dalla citazione bibliografica al testo completo di un documento ospitato su uno qualunque dei server consociati. Gli editori membri di CrossRef possono avvalersi della tecnologia di *forward linking* per assemblare statistiche rudimentali sugli articoli che citano un DOI di partenza. Ecco un elenco parziale di *digital libraries* e servizi bibliografici (gratuiti e non) di interesse disciplinare arricchiti dall'indicizzazione delle citazioni:

- inSPIRE per la fisica delle alte energie (<inspirehep.net>);
- SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS) per l'astronomia (<adswwww.harvard.edu>);

- Scitation per la fisica, la chimica, le geoscienze e diversi settori dell'ingegneria (<scitation.aip.org>);
- MathSciNet per la matematica (<ams.org/mathscinet>);
- CiteSeerX (<citeseerx.ist.psu.edu>) e IEEE Xplore (<ieeexplore.ieee.org>) per l'informatica e l'ingegneria elettrica ed elettronica;
- SSRN (Social Science Research Network) per le scienze sociali (<ssrn.com>);
- RePEc per l'economia (<repec.org>);
- Chemical Abstracts Service (<cas.org>), accessibile attraverso strumenti analitici come SciFinder e STN, per la chimica;
- ProQuest CSA Illumina, la piattaforma di aggregazione delle banche dati del Cambridge Information Group, per una parte dei propri database di scienze sociali (<www.csa.com>);
- PsycINFO per la psicologia e scienze affini (<apa.org/pubs/databases/psycinfo>);
- CINHALL per le scienze infermieristiche (<ebshost.com/cinahl>).

Sul fronte dei servizi bibliografici nazionali, paesi tradizionalmente ai margini dell'establishment scientifico occidentale hanno, a loro volta, sponsorizzato la creazione di indici di citazioni per la letteratura scientifica domestica esclusa dal circuito ISI:

- Russian Science Citation Index (<elibrary.ru>);
- Serbian Citation Index (<scindeks.ceon.rs>);
- Turkish Citation Index (<atifdizini.com>);
- Korea Citation Index (<kci.go.kr>) e Korean Medical Citation Index (<komci.org>);
- Indian Citation Index (<indiancitationindex.com>);
- Citation Database for Japanese Papers, incluso in CiNii Articles (<ci.nii.ac.jp>);
- Chinese Science Citation Database, Chinese Social Sciences Citation Index (<cssci.nju.edu.cn>) e China Scientific and Technical Papers & Citations Database.

La trasformazione decisiva è avvenuta a partire dal 2004, quando i database dell'ISI, confluiti nel frattempo in WoS di Thomson Reuters, sono stati affiancati da due concorrenti di prima fascia: Scopus di Elsevier e GS. L'entrata in scena degli altri due colossi editoriali, che ha segnato la fine di un monopolio durato circa 40 anni, è stata una piccola rivoluzione nel settore degli studi quantitativi, non solo

perché ha evidenziato i limiti di copertura tematica, geografica e linguistica dei repertori ISI, ma anche perché ha aperto la strada alla sperimentazione di nuovi percorsi analitici e soprattutto, nel caso di GS, ha permesso di farlo gratuitamente⁴⁸.

2.1. Indici di citazioni multidisciplinari nel XXI secolo

WoS, Scopus e GS sono molto più che database per il recupero dell'informazione bibliografica e bibliometrica. Il progetto commerciale e culturale che ne sorregge l'impalcatura tecnologica appare evidente se si allarga l'obiettivo fino a inquadrare la rete di contenuti, applicazioni e servizi aggiuntivi di cui sono parte integrante: i primi due all'interno delle piattaforme di accesso alla totalità dell'informazione scientifica allestite dai rispettivi fornitori commerciali, Thomson Reuters ed Elsevier, il terzo nelle province dell'impero Google. Chi entra in uno dei tre domini e, dove necessario, acquista il biglietto d'ingresso, può percorrere da spettatore o da protagonista tutte le tappe del percorso bibliografico di acquisizione, valutazione, organizzazione, disseminazione e riuso del sapere scientifico-tecnologico. L'indice di citazioni del XXI secolo è una piattaforma integrata per la ricerca dell'informazione, nella quale si entra con certe domande e dalla quale si esce con risposte arricchite da soluzioni e opportunità supplementari imprevedibili alla luce delle domande iniziali, secondo una logica scandita dalle operazioni descritte di seguito.

A) Cercare/Recuperare/Connettere

La ricerca dell'informazione bibliografica si estende alla totalità dei campi del sapere e, attraverso link diretti o mediati da software e protocolli per il riconoscimento delle credenziali di accesso remoto, come SFX ed altri *link resolver* `OpenUrl`-compatibili, conduce al testo completo dei documenti o alle informazioni necessarie per recuperarlo. L'infrastruttura bibliografica di WoS comprende, oltre agli

⁴⁸ Il servizio Microsoft Academic Search (<academic.research.microsoft.com>), virtualmente in competizione con GS, WoS e Scopus sul fronte dell'indicizzazione universale della letteratura scientifica disseminata nel World Wide Web, non ha ricevuto molta attenzione dai bibliometrici e non sarà approfondito nelle pagine seguenti. Malgrado l'annuncio della chiusura del progetto nel 2010, il database appare tuttora vivo e vegeto e le sue dimensioni, al pari delle sue funzioni analitiche, sono di tutto rispetto.

indici di citazioni della letteratura scientifica ereditati dall'ISI e confluiti, assieme al neonato Book Citation Index, nella WoS Core Collection, i seguenti database:

- una serie di indici di citazioni a sé stanti (BIOSIS Citation Index, Data Citation Index, Derwent Innovations Index, Chinese Science Citation Database, SciELO Citation Index);
- il JCR per il calcolo dell'*IF*;
- il repertorio multidisciplinare Current Contents Connect;
- un set completo di archivi (non tutti targati Thomson) di solida reputazione disciplinare nei settori della biologia (BIOSIS Previews, Zoological Record), delle scienze agrarie (CAB Abstracts), delle scienze dell'alimentazione (Food Science & Technology Abstracts), della medicina (Medline, Global Health), dell'ingegneria (Inspec).

Analogamente, i record bibliografici di Scopus possono condurre l'utente ai *full text* di ScienceDirect oppure reindirizzarlo verso altri lidi, come i brevetti recuperati, assieme alle pagine web di contenuto scientifico, dal motore di ricerca specializzato Scirus. La rete di servizi bibliografici e analitici di Elsevier potrebbe dispiegarsi in tutta la sua estensione se, infrangendo la logica spietata delle licenze, consentisse all'utente di navigare senza soluzione di continuità tra le informazioni impacchettate nei diversi contenitori, come i record bibliografici di Embase (medicina), BIOBASE (biologia) e GEOBASE (scienze della terra), quelli del Compendex (ingegneria) sulla piattaforma Engineering Village, i composti e le reazioni chimiche di Reaxys, e così via. Un'analogia vocazione enciclopedica risulta in GS dalla combinazione di un algoritmo volto a catalogare la letteratura scientifica accessibile online in forma gratuita o commerciale, di un servizio specifico per la ricerca dei brevetti (Google Patents Search) e di Google Books, l'archivio *full text* nato dalla collaborazione con biblioteche ed editori, che promette in dote alla bibliometria la colonizzazione del pianeta delle monografie. Il tutto, peraltro, solo a pochi clic di distanza dalla cornucopia dei beni e servizi di ogni tipo (immagini, video, news, mappe, software, servizi di *cloud storage*, ecc.) incaricati della diffusione capillare del marchio Google.

B) Analizzare/Valutare

L'informazione bibliografica recuperata non è neutra, ma mostra già i segni di una pre-classificazione effettuata dal sistema in conformità a parametri quantitativi. Tutti e tre i database, infatti, incorporano

funzioni elementari di analisi bibliometrica basate sul conteggio di pubblicazioni e citazioni. Quando si fa una ricerca non si ottengono semplicemente dei record più o meno rilevanti in funzione dei termini utilizzati, ma record più o meno rilevanti che sono a loro volta dotati di una gerarchia interna prestabilita. In Google e derivati, questo meccanismo è inscritto nell'algoritmo stesso di ordinamento e visualizzazione dei risultati, il *PageRank*, che avvantaggia i documenti collegati ad altri documenti a loro volta oggetto di un alto numero di collegamenti da parte dei restanti nodi della rete.

La compenetrazione tra bibliometria e *information retrieval* sta assumendo contorni sempre più marcati anche al di fuori degli indici di citazioni. La segnalazione dei *Related Articles*, ormai onnipresente nelle *digital libraries* di un certo calibro, sfrutta le cocitazioni ('*X* e *Y* compaiono assieme nella bibliografia di *A*') e i riferimenti bibliografici condivisi ('*A* e *B* condividono il riferimento bibliografico *X*') per recuperare nuovi documenti affini per argomento a quelli di partenza. I servizi di 'raccomandazione' online dei documenti, in modo analogo, sfruttano l'analisi statistica dei *log* di accesso alle risorse per generare suggerimenti di lettura in stile Amazon ('Chi ha consultato *X* ha visto anche *Y*') ed è recente la notizia che *Primo*, il *discovery tool* di ExLibris, incorporerà le metriche *SNIP* e *SJR* nell'ordinamento dei risultati delle ricerche (sui due indicatori, vedi § 3.4.2 e § 3.4.3).

L'analisi bibliometrica, infine, coinvolge in modo diretto sia l'utente-istituzione che l'utente-ricercatore nella gestione dei flussi informativi e nella salvaguardia della propria reputazione scientifica online. Sul versante istituzionale, *Research in View* e *CONVERIS* di Thomson Reuters, così come *Pure* di Elsevier offrono soluzioni per la gestione integrata delle informazioni (e delle analisi quantitative) su persone, attività, pubblicazioni. Le loro funzionalità possono essere ulteriormente potenziate appoggiandosi alle piattaforme per analisi bibliometriche avanzate *InCites* e *SciVal*, che rielaborano i dati di WoS e Scopus con algoritmi sofisticati per il benchmarking delle prestazioni di individui, gruppi, dipartimenti, università. Sul versante individuale, i servizi *ResearcherID* (<researcherid.com>) di Thomson Reuters e *Google Scholar Citations* (<scholar.google.com/citations>) permettono di creare, gestire e condividere via Web un profilo bibliometrico personale che si aggiorna automaticamente man mano che le pubblicazioni associate al profilo vengono citate. Scopus non offre uno strumento equivalente, ma investe maggiori risorse rispetto a

WoS nella disambiguazione dei nomi e nella creazione di profili autore accurati.

Elsevier, assieme a Thomson Reuters e altri editori, sponsorizza altresì il progetto ORCID (Open Researcher and Contributor ID), che rappresenta un primo passo concreto verso un sistema efficace di condivisione universale dei profili professionali individuali in ambito scientifico. ORCID (<orcid.org>) assegna a ogni autore un codice alfanumerico che identifica in maniera univoca la paternità intellettuale dei suoi contributi. Una volta creato un account ORCID, completo di curriculum e lista delle pubblicazioni (inserite manualmente o importate da CrossRef, WoS, Scopus), i codici che identificano lo stesso autore in Scopus, in WoS e potenzialmente in ogni altro servizio bibliografico online diventano interoperabili poiché tutti possono essere associati al codice ORCID. L'autore e la sua storia professionale diventano così riconoscibili in maniera inequivocabile lungo tutta la filiera della comunicazione (e della valutazione) scientifica, dalla *submission* delle pubblicazioni alle riviste e dalle richieste di finanziamento alle analisi bibliometriche. Se divenisse uno standard e fosse universalmente adottato, l'ORCID potrebbe in futuro retroagire positivamente su Scopus e WoS, contribuendo a realizzare quella disambiguazione dei profili autore che è il prerequisito di ogni indagine quantitativa ben fatta.

C) Usare/Personalizzare/Condividere

L'uso dell'informazione inizia all'interno del sistema stesso adibito a recuperarla, grazie a strumenti che garantiscono continuità tra le operazioni di ricerca, selezione, archiviazione, lettura e citazione dei documenti. WoS e Scopus possono avvalersi, a tale scopo, del supporto di strumenti di gestione bibliografica online. Il primo ha alle spalle la tradizione dei software bibliografici di Thomson Reuters, in particolare *EndNote*. Elsevier, che già nel 2012 aveva messo le mani sul software di *literature management QUOSA*, ha recentemente acquisito anche *Mendeley*, il software bibliografico con un piede nel *social networking* e l'altro nel mondo delle metriche alternative alle citazioni, ed è lecito prevedere anche su questo fronte un'integrazione sempre maggiore tra le funzioni analitiche e quelle di ricerca/gestione bibliografica. GS, dal canto suo, può attingere alla suite *Google Docs* per la creazione, modifica e condivisione online dei documenti sulla piattaforma *cloud* del motore di ricerca. Entro certi limiti, è possibile intervenire direttamente anche sul lato server dei tre database mediante le API di programmazione. GS non ne ha (ancora) ufficialmente

rilasciate, a differenza di altri servizi Google. WoS e Scopus autorizzano invece un uso mirato delle API per i propri abbonati, consentendo ad esempio di recuperare automaticamente i metadati (incluso il campo *times cited*) delle pubblicazioni ospitate in un *open archive* istituzionale o addirittura, nel caso di WoS, di effettuare un upload di massa di profili *ResearcherID* ‘puliti’ per tutti i ricercatori di una istituzione.

Poco prima che il presente volume fosse dato alle stampe, Elsevier ha smesso di sponsorizzare un progetto potenzialmente innovativo sul fronte dei servizi bibliografici online, ovvero l’opportunità, offerta agli utenti di Scopus e ScienceDirect, di impiegare in modo estensivo le API per sviluppare e condividere gratuitamente applicazioni utili ad arricchire l’esperienza di ricerca. Sebbene dismessa, la piattaforma delle *SciVerse applications* ha mostrato come l’intelligenza distribuita nella rete degli utilizzatori possa contribuire a rendere visibile la quantità e qualità di informazioni latenti in un database commerciale:

- facilitando la lettura e l’estrazione dei dati dai documenti, ad esempio attraverso il *download* delle tabelle in formato .csv, l’estrazione dei dati numerici da un grafico o il disegno della struttura chimica di una molecola;
- favorendo l’ampliamento e la calibrazione delle strategie di ricerca mediante termini controllati (Emtree), ontologie (NCBO Resource Index), classificazioni (codici del *Journal of Economic Literature*);
- esplicitando informazioni bibliometriche supplementari, come il conteggio dei *most downloaded articles* e delle evocazioni sui siti di *social networking & bookmarking* (Twitter, Google+, Facebook, blog, ecc.);
- connettendo record bibliografici e documenti a *dataset* esterni, come i dati genetici indicizzati in OMIM e WebGeSTer, le sequenze genomiche ospitate nei database del NCBI, le proteine dello Human Protein Reference Database e di IPACdb, i dati astronomici di SIMBAD e NED, i dati georeferenziati di PANGAEA, i *pathway* biologici di Reactome, i *workflow* sperimentali di myExperiment (<www.myexperiment.org>), gli open data governativi di <Data.gov>.

L’accentuata visibilità attribuita ai dati scientifici da molte delle applicazioni è in linea con il trend dei movimenti *open data* e *linked open data*: i dati, tutti i dati, hanno ormai dignità biblioteconomica al

pari di libri e riviste, quindi vanno localizzati, archiviati, catalogati e impacchettati in forme che li rendano facilmente reperibili, riutilizzabili e citabili. Elsevier ha accolto pienamente tale principio anche nel suo progetto di riorganizzazione multimediale della struttura tradizionale dell'articolo scientifico che va sotto il nome di *article of the future* (<articleofthefuture.com>), mentre Thomson Reuters ne ha sottoscritto la validità introducendo il Data Citation Index, che estende l'indicizzazione dalle fonti tradizionali ai *dataset* archiviati in un nucleo selezionato di *repositories*.

2.2. Il recupero e l'analisi delle citazioni: strumenti, tecniche, problemi

Malgrado, agli occhi di qualcuno, le citazioni non siano tutte uguali e quelle provenienti da fonti prestigiose andrebbero pesate diversamente rispetto a quelle di umili origini, il primo ostacolo reale che si incontra nelle analisi bibliometriche è proprio la delimitazione di una base empirica solida, di un numero unico di citazioni per un dato autore. In teoria, se si ammette che ogni citazione è buona, non importa da dove provenga e quale strumento abbia permesso di rintracciarla, allora ogni documento e ogni autore sono titolari di un ideale 'vero' numero di citazioni dato dal numero complessivo di volte in cui sono stati chiamati in causa da altri documenti/autori nella rete delle pubblicazioni scientifiche. Gli indici di citazioni, d'altra parte, hanno limiti di copertura che impediscono di calcolare il 'vero' numero da un'unica fonte, mentre carenza di tempo e considerazioni economiche tendono a scoraggiare l'uso combinato di più di uno strumento alla volta.

A partire dal 2004, tanti studi comparativi hanno analizzato gli effetti della quantità e tipologia delle fonti indicizzate in WoS, Scopus, GS sulle rispettive potenzialità bibliometriche. Gran parte di quella letteratura è ormai obsoleta, dato che molte delle lacune sono state colmate, nel frattempo, dall'inclusione di nuove fonti nei tre database. Un confronto valido, peraltro, è molto difficile e forse anche concettualmente fuorviante. Il primo ostacolo è dato dal fatto che, mentre Scopus e GS mettono tutto nello stesso contenitore e chiunque vi acceda vede le stesse cose, WoS rende accessibile in maniera differenziale, a seconda dell'abbonamento sottoscritto, solo una parte della rete bibliografica tessuta dagli indici di citazioni di Thomson Reuters, e persino all'interno di tale sottoinsieme, l'utente vede solo la fetta di indici che, in termini cronologici, ricadono nella licenza sottoscritta.

Un ostacolo ancora più pesante è la filosofia che sottende la selezione delle fonti nei tre sistemi: GS affida la scelta a un algoritmo segreto non particolarmente selettivo, Scopus a criteri in larga misura qualitativi applicati da un comitato internazionale di esperti, WoS a criteri qualitativi fortemente condizionati dalla legge di Bradford e dalla legge di concentrazione di Garfield (vedi § 1.3), dall'*IF* delle riviste e dall'ingente mole di statistiche sulla rete globale delle citazioni accumulate a partire dagli anni Sessanta. Nell'ottica WoS, la maggior parte della letteratura rilevante in ogni settore di ricerca è confinata in un numero limitato di riviste identificabili seguendo il filo rosso dell'analisi delle citazioni. Ma se l'universo delle pubblicazioni e delle citazioni ha una struttura così profondamente antidemocratica, è naturale che una politica di selezione in linea con le leggi bibliometriche tenda a esercitare un controllo molto restrittivo sui nuovi titoli destinati ad ampliare il nucleo iniziale. Una costrizione analoga non esiste in Scopus e in GS. Ecco perché è molto probabile trovare, per uno stesso articolo, più citazioni in Scopus che in WoS, e più citazioni in GS che negli altri due database. Il dubbio lecito è se quei numeri più alti rispecchino delle differenze reali di natura qualitativa o non dipendano piuttosto dalla semplice inclusione di riviste periferiche che hanno comunque bisogno, per guadagnarsi il palcoscenico, di attingere credibilità e autorevolezza (anche attraverso la scelta delle *cited references*) da un'élite di *top journals*. Questa ambiguità è ricorrente in bibliometria. Non si tratta di una questione puramente teorica o di una banale competizione tra database, bensì di una conseguenza del valore attribuito alle citazioni nel sistema della comunicazione scientifica: più citazioni sono normalmente associate a più impatto/utilità/qualità (vedi capitolo 3), ma non tutti concordano sul valore da attribuire a questa correlazione anche perché, con algoritmi in stile *PageRank*, è sempre possibile stabilire una gerarchia interna tra le citazioni in funzione del prestigio dei documenti citanti (vedi § 3.4.3).

Nonostante la difficoltà di confronti oggettivi, i tre indici di citazioni multidisciplinari condividono alcuni limiti macroscopici che hanno ripercussioni immediate sugli usi bibliometrici. Un limite comune è il controllo bibliografico spesso insoddisfacente sulla forma delle intestazioni (nomi di autori e affiliazioni istituzionali). Sebbene più grave in GS che negli altri due database, questo handicap fa sì che, ad esempio, quando si lancia una ricerca per un dato autore, non si può essere certi di recuperare i record bibliografici di tutte e sole le sue pubblicazioni. Non ci sono qui intestazioni uniformi come nei catalo-

ghi di biblioteca, non ci sono *authority files* condivisi, non c'è catalogazione partecipata a correggere gli errori individuali e la situazione peggiora esponenzialmente quando si passa dagli articoli di una rivista ai riferimenti bibliografici citati in quegli articoli: nemmeno con le arti divinatorie sarebbe possibile, ad esempio, disambiguare correttamente un riferimento del tipo «*Smith et al., In press*», oppure un riferimento a un articolo pubblicato da un network di studiosi con 200 affiliati i cui nomi non compaiono sulla pagina del titolo. Ciascun database tenta, con algoritmi proprietari, una disambiguazione provvisoria dei profili, ma raramente il successo è garantito al 100%, quindi occorre estrema cautela nella definizione di una strategia di ricerca efficace. In ogni caso, ma soprattutto con GS, l'analisi bibliometrica non può e non deve nemmeno iniziare se non si ha a disposizione il record completo delle pubblicazioni degli autori al fine di confermare, validare, integrare e correggere la strategia di ricerca iniziale. Prima di decidere a quale fonte rivolgersi per la propria analisi, inoltre, conviene tenere presenti alcune peculiarità dei tre strumenti:

- 1) A differenza di WoS, che ambisce a rendere percorribile la rete delle citazioni della letteratura scientifica contemporanea in tutta la sua estensione temporale, Scopus ha scelto di fermarsi al 1996, mentre GS mantiene segreto tanto l'elenco delle fonti quanto l'algoritmo del software d'indicizzazione.
- 2) Se gli autori analizzati operano in ambito biomedico o fisico-naturalistico e le loro pubblicazioni sono concentrate in riviste internazionali lungo un arco di tempo non superiore agli ultimi 15 anni, allora WoS e Scopus tenderanno a produrre indici e ranking comparabili, anche se con numeri diversi di citazioni. Per scienziati attivi in un periodo anteriore al 1996, l'uso di WoS è altresì necessario.
- 3) Se gli autori analizzati operano in settori diversi dai precedenti, allora interpellare GS non è solo opportuno ma indispensabile, a patto che i dati recuperati siano verificati attentamente per accuratezza e provenienza. Malgrado la qualità spesso discutibile dei suoi risultati, infatti, il valore aggiunto di GS risiede nella capacità di recuperare citazioni uniche da pubblicazioni estranee ai criteri di inclusione degli altri due database.

WoS e Scopus incorporano una funzione di calcolo automatico del numero di citazioni e annessi indicatori bibliometrici per gli autori, mentre GS può acquisirla ricorrendo a software esterni o al servizio

Google Scholar Citations. Nei primi due database, in compenso, è evidente un deficit genetico che rende tali conteggi automatici parziali, talvolta addirittura inaffidabili o completamente errati: le uniche citazioni contate in automatico dal sistema per un dato autore sono quelle indirizzate a pubblicazioni che appartengono a loro volta al set iniziale delle fonti e per le quali, nonostante le possibili varianti nei titoli e nei nomi degli autori, il *matching* citante-citato è avvenuto correttamente. Restano perciò fuori dal conteggio le citazioni che vanno dal nucleo delle fonti verso la periferia abitata da due gruppi di oggetti: documenti che non fanno a loro volta parte delle fonti e documenti che, pur facendo parte delle fonti, non sono stati riconosciuti come tali. In accordo con la terminologia adottata da Péter Jacsó⁴⁹, le prime possono essere chiamate citazioni orfane (*orphan references*), le seconde citazioni isolate (*stray references*). Citazioni orfane e isolate possono essere recuperate e conteggiate manualmente in WoS e Scopus, ma si tratta di un'operazione laboriosa e senza alcuna garanzia di correttezza del risultato finale.

2.2.1. *Web of Science*

L'erede dello SCI è stato per lungo tempo l'unico serbatoio disponibile di dati bibliometrici su larga scala e rappresenta tuttora una scelta obbligata per valutare l'impatto di pubblicazioni anteriori alla metà degli anni Novanta. Il nucleo del sistema, in lenta ma costante espansione, è confinato nella WoS Core Collection e deriva dall'indicizzazione di oltre 12.000 riviste, 150.000 atti di convegni e 60.000 monografie (con altre 75.000 circa già preannunciate). I record sono distribuiti nei seguenti database:

- Science Citation Index Expanded (SCIE) per le riviste di ambito biomedico, fisico-naturalistico e tecnologico a partire dal 1900;
- Social Sciences Citation Index (SSCI) per le riviste di scienze sociali a partire dal 1900;
- Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) per le riviste di scienze umane a partire dal 1975;
- Conference Proceedings Citation Index (CPCI), nelle due edizioni Science (CPCI-S) e Social Sciences & Humanities

⁴⁹ Péter Jacsó, *Testing the calculation of a realistic h-index in Google Scholar, Scopus, and Web of Science for F. W. Lancaster*, «Library Trends», 56 (2008), n. 4, p. 784-815.

- (CPCI-SSH), per gli atti di convegni a partire dal 1990 (sostituiscono il vecchio ISI Proceedings);
- Book Citation Index (BCI), introdotto alla fine del 2011 nelle due versioni Science (BCI-S) e Social Sciences & Humanities (BCI-SSH), per le monografie a partire dal 2005.

Nell'edizione tarata per i chimici, WoS Core Collection comprende anche i database Current Chemical Reactions (CCR-EXPANDED), con copertura dal 1986 (comprende una serie di record dell'Institut National de la Propriété Industrielle risalenti al XIX secolo), e Index Chemicus (IC), con copertura dal 1996, che indicizzano reazioni, strutture e metodi di sintesi organica in un centinaio di riviste internazionali. Oltre ai database inclusi in WoS Core Collection, vale la pena ribadirlo, l'offerta di Thomson Reuters comprende altri indici di citazioni accessibili sulla piattaforma WoS (chiamata Web of Knowledge fino alla fine del 2013):

- BIOSIS Citation Index, che indicizza le bibliografie delle fonti di BIOSIS Previews, tanto per la parte in comune con WoS (copertura dal 1926) quanto per quella unica (solo record immessi a partire dal 2006);
- Derwent Innovations Index, che indicizza i brevetti provenienti da 47 *patent offices*, integrando i dati bibliografici del Derwent World Patents Index con quelli arricchiti da *cited references* del Derwent Patent Citation Index (con copertura dal 1963);
- Data Citation Index (DCI), il neonato repertorio di *dataset* scientifici estratti da archivi ad accesso aperto di diverse aree disciplinari (con record risalenti anche al 1900);
- Chinese Science Citation Database, prodotto in collaborazione con l'Accademia Cinese delle Scienze di Pechino, che indicizza le bibliografie di oltre 1200 riviste pubblicate in Cina a partire dal 1989;
- SciELO Citation Index, che indicizza circa 650 riviste di area sudamericana, caraibica e iberica accessibili sulla piattaforma omonima.

Si può anche lanciare una *cross search* su tutti i database contemporaneamente, ma la qualità dei risultati è condizionata dai privilegi di accesso. Per ogni documento o autore, infatti, esistono virtualmente due numeri di citazioni (e due report bibliometrici) distinti: quello limitato alle sole fonti della WoS Core Collection e

quello esteso a tutte le fonti WoS. La possibilità di visualizzare i documenti citanti dipende dal tipo di abbonamento sottoscritto: chi ha acquistato la licenza completa per l'accesso a tutti i contenuti della piattaforma può muoversi liberamente, in avanti e indietro, nella rete bibliografica formata dai documenti citanti e da quelli citati; chi è abbonato solo alla WoS Core Collection vede, per una data pubblicazione, il numero totale di citazioni provenienti da tutti i documenti indicizzati in WoS, ma accede solamente ai documenti citanti inclusi nella WoS Core Collection, più precisamente ai documenti citanti che appartengono al sottoinsieme della WoS Core Collection incluso nella sua licenza.

La selezione e lo scarto delle fonti WoS avvengono secondo criteri rigorosi di natura sia qualitativa che quantitativa, ispirati (e giustificati) dalle leggi bibliometriche⁵⁰. I parametri qualitativi comprendono, oltre all'ovvio requisito della *peer review*, la puntualità di pubblicazione, la lingua inglese (almeno per titoli, abstract e parole chiave), la composizione internazionale della schiera degli autori e dell'*editorial board*, la novità e l'adeguatezza del contenuto editoriale, accertati anche in base a una mappatura bibliometrica della letteratura periodica esistente (vedi capitolo 5). I parametri quantitativi sono l'*IF* (dove calcolabile), il numero totale di citazioni, la percentuale di autocitazioni e il *citation score* degli autori. Nel complesso, l'applicazione di tali criteri alla selezione dei titoli conferma le affinità elettive di WoS con la letteratura periodica europea e nordamericana di lingua inglese nelle scienze naturali e biomediche. Ciononostante, la volontà di percorrere nuove strade emerge tanto dall'attenzione progressivamente accordata ad altre tipologie di fonti (atti di convegni, monografie, *repositories* di dati scientifici) quanto dall'incremento subito, negli ultimi anni, delle riviste nazionali (*regional journals*) di origine asiatica, latino-americana, europea: quelle aggiunte a WoS dal 2007 al 2009 rendono conto, da sole, del 45% dei nuovi titoli lungo il decennio 2000-2010.

Un'analisi bibliometrica individuale inizia tipicamente dalla *Author search*, che richiede come input una combinazione Cognome-Iniziale-del-nome. Sebbene sia possibile filtrare i risultati per area disciplinare e istituzione di appartenenza, l'uso di troppi criteri aggiuntivi può comportare la perdita di record rilevanti. Le classifica-

⁵⁰ Jim Testa, *The Thomson Reuters journal selection process*, 2012, <wokinfo.com/essays/journal-selection-process>.

zioni bibliografiche delle aree di ricerca, infatti, sono approssimative e non è detto che l'ultima istituzione di appartenenza dell'autore coincida con quelle registrate nelle pubblicazioni a cui ha partecipato. È essenziale, invece, analizzare i *record sets*, cioè i gruppi di record associati alle varianti del nome autore che soddisfano i criteri di ricerca. Bisogna controllare, sulla base delle pubblicazioni collegate a ciascun set, quali provengono effettivamente dall'autore cercato e quali invece sono da attribuire a omonimi. La creazione dei *record sets* avviene per mezzo di un algoritmo proprietario che, confrontando informazioni di varia natura (affiliazione, parole chiave, coautori, ecc.), raggruppa tutti i record di pubblicazioni verosimilmente riconducibili alla stessa persona e, quando non ci riesce, genera un ulteriore gruppo con la stessa combinazione Cognome-Iniziale-del-nome. Talvolta si tratta effettivamente di omonimi e ciascun insieme di pubblicazioni è correttamente associato al nome dell'autore che ne è responsabile. Altre volte, invece, si tratta di *record sets* erroneamente moltiplicati che raggruppano pubblicazioni dello stesso autore. Nel caso peggiore, poi, le pubblicazioni dell'autore cercato sono legate al *record set* di un autore diverso. Può essere necessario, pertanto, lanciare più sessioni di ricerca per selezionare solo una parte dei record collegati a diversi *record sets* e salvarli nell'area di memoria temporanea (*Marked list*). Per cognomi molto comuni, partire dalla ricerca per autore non è la strategia migliore. Ad esempio, esistono oltre 2000 *record sets* per l'autore *Rossi M.*, gran parte dei quali nel settore biomedico. Conviene allora partire dal basso, cioè dall'elenco delle pubblicazioni del nostro 'Rossi M.', recuperare i record dei suoi lavori nel database e associarli una volta per tutte a un *ResearcherID*, responsabilizzando l'autore stesso nel controllo dell'accuratezza del suo profilo online da quel momento in poi. Il *ResearcherID*, va sottolineato, è un servizio gratuito indipendente da WoS. Gli insiemi di pubblicazioni correttamente raggruppate in un profilo *ResearcherID*, quindi, non retroagiscono in alcun modo sull'accuratezza degli algoritmi con cui WoS assembla i *record sets*. Thomson Reuters preferisce delegare ai diretti interessati il compito di creare e gestire profili bibliometrici accurati, riservando alla piattaforma *InCites* le operazioni di disambiguazione su larga scala. Scopus, come vedremo, adotta una strategia in parte diversa.

La collezione completa dei record WoS che descrivono tutte e sole le pubblicazioni di un autore è il punto di partenza per l'analisi bibliometrica. Il record di ciascun documento è provvisto di link con

le pubblicazioni che lo hanno citato (*Times cited*) e con quelle citate nella sua bibliografia (*Cited references*). La funzione bibliometrica più elementare, *Analyze results*, classifica gli articoli secondo parametri bibliografici di varia natura, come gli anni di pubblicazione, gli argomenti, i titoli delle riviste, i coautori, la distribuzione geografica delle affiliazioni, e così via. La funzione bibliometrica per eccellenza, *Create citation report*, genera invece un prospetto riassuntivo delle citazioni che ogni articolo ha ricevuto dalle fonti WoS, le suddivide per anno e le riassume sotto forma di indicatori elementari: numero totale di citazioni, autocitazioni incluse (*Sum of the times cited*) o escluse (*Sum of the times cited without self-citations*), numero di articoli citanti (*Citing articles*), numero medio di citazioni per articolo (*Average citations per item*), indice *h* (*h index*). Le autocitazioni vengono rimosse solo al livello aggregato del set di articoli analizzati, non al livello dei singoli articoli, pertanto non è possibile ottenere automaticamente un indice *h* senza autocitazioni. Qui come altrove la strategia commerciale di Thomson Reuters è chiara: con WoS si fanno solo le operazioni di base, per le analisi più raffinate, incluso il calcolo dell'indice *h* senza autocitazioni, bisogna usare *InCites*. Il *citation report* di WoS è dinamico: gli indicatori si aggiornano in automatico se uno o più record vengono eliminati o si cambia l'intervallo degli anni di pubblicazione. I numeri esibiti dal *citation report*, va ribadito, sono parziali, talvolta anche vistosamente errati, in quanto escludono le citazioni indirizzate a documenti che non appartengono a loro volta all'insieme delle fonti indicizzate (citazioni orfane) o che, pur appartenendovi, non sono stati riconosciuti come tali (citazioni isolate).

Recuperare citazioni isolate e orfane in WoS è possibile anche se laborioso. Per farlo bisogna lavorare direttamente sul *citation index* attraverso una *Cited reference search*. Gli unici canali disponibili sono autore, titolo (inteso come titolo della rivista se si cercano articoli), anno, volume, fascicolo e numero di pagina. L'elenco dei risultati contiene, nel caso più generale, due classi distinte di oggetti:

- 1) Le *cited references* estratte dalle bibliografie di fonti WoS che si riferiscono a documenti a loro volta appartenenti al nucleo delle fonti indicizzate: è facile riconoscerle in quanto sono identificate dal link *View record* che rimanda al record completo della pubblicazione in WoS (*source* o *master record*). Sono queste le citazioni conteggiate in automatico dal *citation report*.

- 2) Le *cited references* estratte dalle bibliografie di fonti WoS che si riferiscono a documenti non indicizzati nel database oppure non riconosciuti come tali dall'algoritmo di *matching*: si tratta proprio delle citazioni orfane e isolate, sistematicamente prive del link *View record* e di ogni forma di controllo bibliografico supplementare, quindi elencate nel *citation index* esattamente come comparivano nei documenti citanti al momento dell'indicizzazione (Figura 2).

Il set decisivo ai fini della correttezza dell'analisi bibliometrica è il secondo: una volta individuati i documenti sfuggiti al *citation report*, basta selezionarli e cliccare su *Finish search* per recuperare e contare i record degli articoli citanti. Data l'assenza di controllo bibliografico sulla giungla delle *cited references* estranee al nucleo delle fonti, per essere sicuri di catturare tutte le citazioni isolate e orfane occorre una strategia di ricerca molto conservativa: utilizzare il minimo degli input possibili (compilare il solo campo *Cited author* è spesso l'opzione migliore); fare uso abbondante del carattere jolly * per i titoli e dell'operatore booleano OR per le varianti dei nomi autore (per autori con cognome composto, ad esempio, si avrà cura di cercare sia la forma con spazi, trattini o apostrofi che quella senza: *debellis OR de bellis; russo mancuso OR russo-mancuso; d'antona OR dantona*); soprattutto, cercare sempre per primo autore della pubblicazione quando il *cited author* è autore secondario, in quanto Thomson Reuters ha cominciato a catturare tutti gli autori delle *cited references* orfane solo dagli inizi del 2012 (correggendo i record anteriori solo se ri-citati nelle pubblicazioni più recenti).

Un'analisi bibliometrica che trascuri le citazioni orfane e isolate non è solo incompleta, è sbagliata, e anche nell'ipotesi che restituisca punteggi uguali o simili a quelli ottenuti da un'indagine più approfondita, è giusta solo per caso. Ad esempio, una *Cited reference search* condotta sullo SCIE (1970-) per Sandra Paterlini, docente di finanza quantitativa presso la EBS Universität für Wirtschaft & Recht di Wiesbaden, rivela 55 citazioni isolate e orfane che, aggiunte manualmente a quelle calcolate in automatico dal sistema, portano il numero totale delle citazioni da 144 a 199 ed il suo *h index* da 3 a 5.

<input type="checkbox"/>	PATERLINI S	C EV COMP CEC2004	2004	2	2004			6	
<input type="checkbox"/>	Paterlini, S [Show all authors]	COMPUT STAT DATA AN	2006	50	5	1220	10.1016/j.csda.2004.12.004	101	View Record in Web of Science
<input type="checkbox"/>	PATERLINI S	COMPUT STAT DATA AN	2005	50		1220		1	
<input type="checkbox"/>	PATERLINI S	COMPUTATIONAL STAT D	2005	20		1220		1	
<input type="checkbox"/>	Paterlini, S [Show all authors]	IEEE C EVOL COMPUTAT	2004			2004		3	
<input type="checkbox"/>	Paterlini, S. [Show all authors]	Proceedings of the 2004 Congress on Evolutionary Computation (IEEE Cat. No.04TH8753)	2004				10.1109/CEC.2004.1331142	4	
<input type="checkbox"/>	PATERLINI S	P IEEE C EV COMP	2004	2				1	
<input type="checkbox"/>	PATERLINI S	P IEEE C EV COMP	2004	2		2004		14	
<input type="checkbox"/>	Paterlini, S. [Show all authors]	SOFT COMPUTING APPL	2003			167		15	
<input type="checkbox"/>	PATERLINI S	2004 C EVOLUTIONARY	2004	2		2004		1	
<input type="checkbox"/>	Pattarin, F., Paterlini, S [Show all authors]	COMPUT STAT DATA AN	2004	47	2	353	10.1016/j.csda.2003.11.009	17	View Record in Web of Science

Figura 2 – Citazioni isolate e orfane in una WoS *Cited Reference Search*.

Gli usi bibliometrici di WoS vanno ben oltre il calcolo di citazioni e indici per singoli autori. Ecco tre opportunità poco esplorate:

- 1) cercare informazioni relative a finanziamenti e riconoscimenti informali (*Acknowledgments*) disseminate negli articoli scientifici tramite i codici di campo *FO* (*Funding Organization*), *FG* (*Funding Grant Number*) e *FT* (*Funding Text*);
- 2) fare ricerche per affiliazione istituzionale (*AD*) e organizzazione (*OG*) di appartenenza degli autori;
- 3) recuperare la distribuzione delle citazioni di tutti gli articoli appartenenti alla stessa area tematica.

L'opzione 1) si applica solo agli articoli inclusi in WoS a partire dal 2008. Ad esempio, una *advanced search* così 'costruita'

fo=(cnr or consiglio nazionale delle ricerche or italian national research council)

restituisce tutti i record di pubblicazioni verosimilmente finanziate dal CNR.

L'opzione 2) è soggetta alla variabilità delle affiliazioni istituzionali che gli autori dichiarano nelle loro pubblicazioni. Ad esempio, *Univ Hosp Modena & Reggio Emilia / Dept Oncol Hematol & Resp Dis*, *Univ Modena & Reggio Emilia / Div Hematol & Oncol*,

Sect Onco Hematol, Modena, Italy sono solo tre delle varianti con cui lo stesso ente compare nel campo *Address* dei record WoS. Un antidoto parziale, per una percentuale minima delle affiliazioni, è il campo *Organization-Enhanced*, che permette di cercare una forma preferita per il nome dell'istituzione, recuperando automaticamente tutti i documenti collegati alle varianti di quel nome riconosciute dal sistema. Nella stragrande maggioranza dei casi, tuttavia, l'unificazione non avviene e la ricerca sul campo affiliazione appare impraticabile.

La mancata disambiguazione delle affiliazioni istituzionali nei database bibliometrici è una fonte sistematica di errore che rende problematiche le analisi a livello aggregato ed è una delle ragioni per cui, a partire dagli anni Settanta, le principali agenzie scientometriche hanno creato versioni locali dei database ISI/Thomson per la correzione, disambiguazione e integrazione dei dati nativi. Alcuni esempi di database 'arricchiti' per scopi bibliometrici sono lo Science Literature Indicators Database della National Science Foundation, il database dell'ISSRU presso l'Accademia Ungherese delle Scienze, quello del CWTS a Leida e, per l'Italia, l'ORP (Osservatorio sulla Ricerca Pubblica) allestito presso il Laboratorio di Studi sulla Ricerca e il Trasferimento Tecnologico dell'Università di Roma Tor Vergata⁵¹. Lo stesso limite consente a Thomson Reuters e ad Elsevier di vendere come servizio aggiuntivo la disambiguazione dei profili individuali e istituzionali nelle piattaforme *InCites* e *SciVal*.

L'opzione 3) è fondamentale nella definizione di soglie bibliometriche di riferimento quali mediane e quartili delle distribuzioni di numeri di citazioni per una disciplina o area di ricerca. In WoS si possono recuperare, ad esempio, tutti gli articoli di cristallografia mediante una semplicissima *advanced search*:

WC=crystallography

L'abbreviazione *WC* sta per *Web of Science Category* e si riferisce alle oltre 250 categorie tematiche utilizzate per la classificazione dei documenti indicizzati nel database. Il limite principale di questo sistema, in chiave bibliometrica, è il fatto che gli articoli non sono classificati individualmente, ma ereditano in automatico la categoria assegnata alla rivista di appartenenza. Ciò implica un elemento ulteriore di incertezza che si aggiunge a quello derivante dall'arbitrarietà

⁵¹ Demo accessibile all'URL <www.orp.researchvalue.it>.

nella scelta e aggiornamento delle categorie stesse. Non è detto, ad esempio, che un articolo di argomento cardiologico sia pubblicato su una rivista di cardiologia, ma l'attribuzione di quell'articolo a una WC diversa da *cardiac and cardiovascular system* ne altera irrimediabilmente il peso bibliometrico in relazione a tutti gli altri articoli di argomento simile presenti nel database, condizionando il modo in cui il numero di citazioni di quell'articolo verrà normalizzato nelle valutazioni (vedi § 3.4). L'assegnazione di riviste come *Nature* e *Science* a una generica classe *multidisciplinary sciences*, in aggiunta, impedisce la corretta classificazione di articoli spesso molto citati all'interno delle categorie appropriate.

2.2.2. Scopus

A dispetto della giovane età, Scopus di Elsevier vanta una copertura impressionante: oltre 20.000 riviste *peer reviewed*, 400 pubblicazioni professionali (*trade publications*), 370 collane di libri (*book series*), 6 milioni di relazioni di convegni (*conference papers*) estratte da *proceedings* o riviste. E ancora, grazie all'integrazione con il motore di ricerca Scirus, milioni di brevetti e pagine web di contenuto scientifico recuperabili a partire dalla pagina dei risultati interni al database. L'indicizzazione degli atti di convegni avviene in maniera selettiva, escludendo i *meeting abstracts* e privilegiando le discipline in cui questo canale di comunicazione ha maggiore peso, quali informatica e ingegneria. L'indicizzazione delle monografie, inizialmente limitata a quelle pubblicate in forma seriale con annesso ISSN, ha subito un drastico cambiamento di rotta nel 2013, con il lancio dello *Scopus Books Enhancement Program*, che prevede l'inclusione di 75.000 titoli nei primi tre anni, seguita da ulteriori 10.000 monografie all'anno. Scopus è uno strumento prezioso per le ricerche bibliografiche perché offre un punto di accesso unico a contenuti di varia provenienza, compresi i record bibliografici di Medline e quelli normalmente disponibili tramite costose soluzioni commerciali, come Embase e GEOBASE. Fino a poco tempo fa, esisteva anche un motore di ricerca integrata su Scopus, ScienceDirect e Scirus chiamato *Hub*, ma Elsevier ha probabilmente ritenuto insostenibile il suo mantenimento.

Diversamente da WoS, Scopus non mantiene archivi separati per le scienze sociali/umane e per tipologie diverse di documenti (riviste, atti di convegni, monografie), né vincola la copertura retrospettiva alla licenza sottoscritta: si trovano anche le ricette di *quack medicines* pubblicate su *Lancet* nel 1823 e la traduzione inglese, pubblicata su *Science* nel 1896, dell'articolo *On a new kind of rays* col

quale Wilhelm Röntgen annunciava la scoperta dei raggi X fatta l'anno prima. La selezione delle fonti si basa su criteri qualitativi e quantitativi simili a quelli già visti per WoS, con una marcata prevalenza dei primi sui secondi e senza l'assillo dell'*IF* e della legge di Bradford⁵². La scelta dei titoli non è un affare esclusivo dello staff editoriale di Elsevier, ma si avvale della consulenza di un Content Selection and Advisory Board (CSAB) indipendente, formato da scienziati e bibliotecari di varia provenienza geografica e disciplinare. Man mano che nuove riviste vengono selezionate, l'indicizzazione comincia a partire dall'anno d'inclusione e si estende alle annate retrospettive solo in casi particolari. Sul piano geografico-linguistico, Scopus è più ecumenico di WoS. Più di metà del suo contenuto proviene da aree diverse dal Nord America. La presenza europea è massiccia e oltre il 20% delle fonti è in lingue diverse dall'inglese. Dal punto di vista della copertura disciplinare, invece, l'analogia con WoS è forte: oltre il 70% dei titoli resta confinato nei domini delle scienze fisiche e biomediche.

Al pari di WoS, Scopus si sta sforzando di estrarre e rendere ricercabile la percentuale maggiore possibile di informazione 'sensibile' latente nei propri record, inclusa quella su finanziamenti e *acknowledgments*. A differenza del concorrente, però, Scopus non indicizza le citazioni di tutte le proprie fonti: solo le bibliografie di articoli con data di pubblicazione uguale o posteriore al 1996 entrano nel *citation index*. Ne consegue che, sebbene si possano recuperare record bibliografici di pubblicazioni anteriori a quella data e addirittura risalenti ai primi decenni del 1800, la storia delle citazioni di tali documenti inizia soltanto nel 1996 e solo le citazioni dal 1996 contribuiscono agli indici bibliometrici calcolati in automatico dal sistema. Nondimeno, proprio alla luce di una politica di selezione dei titoli meno vincolata all'elitarismo delle leggi bibliometriche, è molto frequente che per una data pubblicazione si trovino numeri di citazioni più alti rispetto a WoS. Agli inizi del 2014, inoltre, Elsevier ha annunciato un progetto biennale per estendere l'indicizzazione alle citazioni pre-1996.

L'interfaccia principale si presta a un uso molto intuitivo, con punti d'ingresso distinti per la ricerca bibliografica (*Document search*) e quella bibliometrica (*Author search, Affiliation search*).

⁵² I criteri di selezione delle fonti sono descritti all'URL <www.elsevier.com/online-tools/scopus/content-overview#content-policy-and-selection>.

Quando si cerca un autore in Scopus si ottengono in genere risultati più 'puliti' rispetto a WoS. Questo non è un caso, ma la conseguenza di una precisa strategia editoriale. Entrambi i database usano algoritmi avanzati per disambiguare le varianti di un nome individuale o istituzionale presenti sulle pubblicazioni, ma WoS si limita a fornire generici raggruppamenti di record verosimilmente riconducibili allo stesso autore, lasciando all'utente il compito di verificare i risultati e perfezionare la strategia iniziale. Scopus, invece, si sforza di collegare i record recuperati a veri e propri profili autore/istituzione, ciascuno dotato di numero identificativo (*Author identifier*, *Affiliation identifier*), rielaborando periodicamente tutti i profili esistenti per migliorare il *matching* alla luce delle informazioni accumulate nel frattempo. Quando i dati disponibili sono ambigui o insufficienti, l'attribuzione delle pubblicazioni non avviene in modo corretto e l'autore è messo di fronte a duplicazioni del proprio profilo o, ancora peggio, a un profilo erroneamente collegato a pubblicazioni di cui non è responsabile. Qui il contributo attivo dell'utente o del bibliotecario diventa decisivo per migliorare la qualità dei dati: a partire dal servizio web per il feedback degli autori (<www.scopusfeedback.com>) o direttamente dalla pagina del profilo da disambiguare (mediante la funzione *Request author details correction*), si attiva una procedura guidata che permette di scegliere una forma preferita per la combinazione Cognome-Nome, di selezionare solo le pubblicazioni da tenere collegate al profilo eliminando quelle degli omonimi, di aggiungere eventuali record mancanti cercandoli in Scopus, quindi di inviare la richiesta di correzione (tempi di attesa: circa 2/3 settimane).

Una volta recuperati i record di tutte e sole le pubblicazioni di un autore, si può navigare in avanti (*cited by*) e indietro (*references*) nella rete delle citazioni e, grazie alla funzione *Analyze results*, si possono analizzare i risultati in base a criteri quali il numero di articoli per anno, per rivista, per coautore, per affiliazione istituzionale, per tipologia di documento, per area tematica. La funzione *View citation overview* innesca l'analisi delle citazioni, che produce un risultato simile al *citation report* di WoS. Il *report* raggruppa per data le citazioni ricevute da ogni singolo articolo, ne fornisce il numero complessivo (con e senza autocitazioni) e calcola l'*h index*, il cui grafico interattivo può essere visualizzato in una pagina separata. Scopus, a differenza di WoS, non delega l'analisi quantitativa delle riviste a un repertorio separato: il *Journal analyzer*, attivabile dal menu *Analytics* oppure direttamente dalla pagina di una delle riviste

elencate tra le fonti (*Sources*), restituisce, per ciascun titolo, sia i dati relativi a editore, ISSN, *subject area(s)*, annate coperte dal database, sia due indicatori d'impatto alternativi all'*IF* che saranno approfonditi in § 3.4.2 e § 3.4.3: *SNIP* e *SJR*. Il *Journal analyzer* permette altresì di confrontare, in modo grafico e interattivo, le prestazioni bibliometriche di due o più riviste secondo vari parametri: *SJR* e *SNIP*, numero di citazioni, numero di documenti indicizzati, percentuale dei documenti mai citati e percentuale delle rassegne di letteratura (*reviews*).

I risultati di una ricerca per argomento/autore non si limitano alle fonti indicizzate nel database, ma attingono a tre contenitori 'esterni' (Figura 3):

The screenshot shows a search interface with the following elements:

- Query: AU-ID("Cimarelli, Cristina" 6602723659)
- Navigation: Analyze results, Edit, Save, Set alert, Set feed, View search history
- Summary: View secondary documents | Go to results: 202 Web | 2 Patent
- Document results: 49 | Show all abstracts
- Actions: All, Page, Download, Export, Print, Email, Create, Add to My List, View citation overview, View Cited, Request to remove documents from author
- Table of results:

	Document title	Author
1	Microwave-assisted cerium(III)-promoted cyclization of propargyl amides to polysubstituted oxazole derivatives	Bartoli, Cipolle S., Gio M., Ma
- Refine results: Limit to, Exclude
- Year: 2012 (1) >

Figura 3 – Pagina dei risultati con i link per estendere la ricerca ai documenti non indicizzati in Scopus.

- 1) *Secondary documents*: documenti citati nelle bibliografie delle fonti Scopus che soddisfano, anche in maniera approssimativa, i criteri di ricerca senza essere a loro volta inclusi tra le fonti. Qui vanno cercate eventuali citazioni isolate e orfane. Per tali documenti, che non hanno abstract e non vengono tenuti in considerazione nel *Citation overview*, non esiste un record completo nel database, quindi le informazioni disponibili sono necessariamente limitate.
- 2) *Web* (fino a tutto il 2013): pagine web recuperate dal motore di ricerca specializzato Scirus (ad esclusione degli articoli di rivista, già inclusi in Scopus). Sono inclusi i preprint di archivi ad accesso aperto, come arXiv e NASA Technical Reports, le pagine web personali, i siti istituzionali. Scirus è stato dismesso agli inizi del 2014, pertanto questa opzione non sembra più disponibile.

- 3) *Patent*: documenti citati nei brevetti di cinque *patent offices*: European Patent Office, UK Intellectual Property Office, World Intellectual Property Organization, US Patent Office, Japanese Patent Office.

Una ricerca per l'autore Umberto Eco restituisce, nei confini Scopus, solo 9 documenti con un numero complessivo di citazioni pari a 1. La stessa ricerca, estesa ai *secondary documents*, porta alla luce le centinaia di citazioni isolate e orfane ricevute, a partire dal 1996, da opere come il *Trattato di semiotica generale*, *Nel cuore dell'impero*, *I limiti dell'interpretazione*, *Il nome della rosa*, e così via. In alternativa al canale dei *secondary documents*, si possono recuperare le citazioni isolate e orfane interrogando direttamente il campo *Reference*, in modo analogo a quanto si fa in WoS con la *Cited reference search*.

In Scopus, come in WoS, i documenti ereditano la classificazione delle riviste di provenienza, articolata in 31 generiche aree disciplinari e oltre 300 *subject categories* specifiche secondo lo schema ASJC (*All Science. Journal Classification*). Ad esempio, una ricerca avanzata per

SUBJTERMS(1211)

recupera tutti i record delle pubblicazioni assegnate alla categoria *philosophy* identificata dal codice ASJC 1211⁵³. Anche qui gli articoli di riviste quali *Nature* e *Science* sono assegnati a una generica classe *multidisciplinary* e andrebbero riclassificati prima di confluire in applicazioni bibliometriche su larga scala.

Scopus facilita il riutilizzo dei dati in applicazioni esterne, consentendo di esportare 20.000 record per volta in formato testo o CSV (a fronte dei 500 di WoS), ma per analisi avanzate e benchmarking di gruppi e istituzioni non sono sufficienti gli algoritmi di disambiguazione dell'*Affiliation identifier*. Si può ragionevolmente confidare, ad esempio, nel fatto che le forme varianti dell'affiliazione *University of Modena and Reggio Emilia* siano state correttamente riconosciute, ma a quel punto non è possibile restringere la ricerca alla produzione scientifica dei singoli dipartimenti o gruppi di ricerca interdiparti-

⁵³ L'elenco dei codici ASJC si trova all'URL <files.sciverse.com/documents/xlsx/title_list.xlsx>.

mentali. Per farlo occorre anche qui creare un sottoinsieme ad hoc del database oppure rivolgersi alle soluzioni commerciali che ruotano attorno alla suite *SciVal*, con una prerogativa importante: se la base dati di partenza, cioè l'insieme dei record Scopus che gravitano attorno alla propria istituzione, è stata disambiguata in maniera capillare, i sistemi più sofisticati di *data mining* si innestano su fondamenta solide che, oltre a garantire risultati più accurati, sono condivise anche dagli altri utenti di Scopus in una sorta di correzione partecipata dei profili individuali e istituzionali.

2.2.3. *Google Scholar*

GS indicizza documenti, non riviste. In questo rovesciamento di prospettiva rispetto a WoS e Scopus sta tutta la sua forza e la sua debolezza. I documenti di GS derivano da tre sorgenti principali:

- un algoritmo istruito a riconoscere e tenere traccia di tutto ciò che, per forma e contenuto, merita la qualifica di *scholarly* nell'oceano di pagine web setacciate dal fratello maggiore Google;
- i record messi a disposizione dai partner commerciali, in particolare editori e aggregatori di riviste accademiche, i quali consentono al robot di GS di indicizzare e rendere liberamente ricercabili i metadati, gli abstract e, nella migliore delle ipotesi, anche il *full text* degli articoli archiviati sui propri server;
- le citazioni estratte dalle bibliografie dei documenti recuperati mediante i due metodi precedenti.

I materiali ricercabili in GS coprono uno spettro molto più ampio di prodotti della ricerca rispetto ai servizi concorrenti: articoli di riviste dai server degli editori, preprint e postprint da *open archives* disciplinari e istituzionali, relazioni di convegni, *working papers*, report, dissertazioni, presentazioni, brevetti, sentenze giuridiche e, a partire dal 2009, anche una piccola parte di monografie di Google Books. Il tutto, in linea di principio, senza limiti di lingua o provenienza geografica e soprattutto, a differenza degli altri due indici multidisciplinari, in modo assolutamente gratuito per l'utente finale.

Il fatto che non esista una *master list* di riviste prestigiose, condannate a formare un circolo ristretto dalla Legge di Bradford, non significa che le fonti tradizionali siano escluse. Uno studio recente ha mostrato, al contrario, che GS è in grado di recuperare una percentuale pari (o vicina) al 100% di un campione casuale di pubblicazioni estratte dalle *digital libraries* di editori e aggregatori di risorse elettroniche quali Emerald, ERIC, JSTOR, Project Muse, American

Chemical Society, Oxford University Press, SpringerLink, University of Chicago Press⁵⁴. Un risultato nettamente migliore di quello ottenuto pochi anni prima nel confronto con gli stessi provider, a conferma della crescita costante del database⁵⁵. In precedenza, esperimenti analoghi avevano già documentato la capacità di GS di tenere testa, perlomeno nel recupero di pubblicazioni recenti, a strumenti considerati insostituibili in vari settori, come il Compendex per l'ingegneria⁵⁶, BIOSIS per le scienze biologiche⁵⁷, e una serie di archivi dal pedigree illustre quali Medline, SportDiscus, Business Source Premier, PsycINFO, JSTOR, Linguistics and Language Behavior Abstracts⁵⁸. Sembra anche cresciuta, nel frattempo, la percentuale di documenti di interesse prevalentemente locale provenienti dagli spazi web universitari, come presentazioni, report, materiali di supporto alla didattica, bozze di articoli, ecc.: una circostanza che, di per sé, rende GS poco adatto a fungere da canale esclusivo di ricerca bibliometrica⁵⁹.

Interrogare GS per conoscere la produttività e l'impatto di un autore è molto semplice, almeno all'apparenza. Ad esempio, una ricerca per

author: 'schepis f'

finalizzata a recuperare le pubblicazioni di Filippo Schepis, docente di gastroenterologia presso l'Università di Modena e Reggio Emilia, restituisce in un elenco unico due tipi di oggetti di interesse bibliometrico (Figura 4):

⁵⁴ Xiaotian Chen, *Google Scholar's dramatic coverage improvement five years after debut*, «Serials Review», 36 (2010), n. 4, p. 221-226.

⁵⁵ Chris Neuhaus [et al.], *The depth and breadth of Google Scholar. An empirical study*, «Portal: Libraries and the Academy», 6 (2006), n. 2, p. 127-141.

⁵⁶ John J. Meier; Thomas W. Conkling, *Google Scholar's coverage of the engineering literature. An empirical study*, «The Journal of Academic Librarianship», 34 (2008), n. 3, p. 196-201.

⁵⁷ Yvonne D. Jones, *Biology article retrieval from various databases. Making good choices with limited resources*, «Issues in Science and Technology Librarianship», Fall 2005, DOI: 10.5062/F4R78C4Q.

⁵⁸ Jared L. Howland [et al.], *How scholarly is Google Scholar? A comparison to library databases*, «College & Research Libraries», 70 (2009), n. 3, p. 227-234.

⁵⁹ Isidro F. Aguillo, *Is Google Scholar useful for bibliometrics? A webometric analysis*, «Scientometrics», 91 (2012), n. 2, p. 343-351.

- 1) i record delle pubblicazioni di Schepis, ciascuno provvisto di link con il sito di provenienza;
- 2) le segnalazioni, non cliccabili e contrassegnate dal tag [CITAZIONE], delle pubblicazioni di Schepis citate nei documenti indicizzati da GS, ma per le quali non è stato possibile trovare un record corrispondente nel database (citazioni isolate e orfane).

Ogni elemento del gruppo 1), oltre al link con il sito d'origine, contiene i link a tutti i documenti che lo hanno citato (*Citato da*), agli articoli affini per argomento (*Articoli correlati*), e a tutte le versioni dello stesso documento recuperate dal *crawler* di Google su altri server. Ogni elemento del gruppo 2), invece, contiene solo il link ai documenti citanti e agli articoli correlati. A differenza di WoS e Scopus, qui le *cited references* isolate e orfane non formano un file distinto e non sono ricercabili separatamente.

1

30 Days of continuous olanzapine infusion determines energy imbalance, glucose intolerance, insulin resistance, and dyslipidemia in mice
 R Coccarello, D Brina, A Caprioli, R Conti... - Journal of clinical ... 2009 - journals.lww.com
 Abstract The aim of this study was to model in mice the association between metabolic syndrome and the administration of atypical antipsychotic (AAP). Two dosages (4 and 8 mg/kg per day) of olanzapine (OL) were infused in 36 female mice for 30 days by osmotic ...
 Citato da 7 Articoli correlati Tutte e 4 le versioni Cita Altro ▾

2

[CITAZIONE] Monitoring treatment of cirrhosis and portal hypertension: non-invasive means
 A Berzigotti, F Schepis, JC Garcia-Pagan - Advances in the Therapy of Liver ... 2007
 Citato da 5 Articoli correlati Cita

[CITAZIONE] Transarterial chemoembolization for unresectable hepatocellular carcinoma: meta-analysis of randomized trial
 SF Camma C, A Orlando - Radiology, 2002
 Citato da 5 Articoli correlati Cita Altro ▾

[CITAZIONE] Evidence-based Practice-Transarterial Chemoembolization for Unresectable Hepatocellular Carcinoma: Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials ...
 C Camma, F Schepis... - Radiology- ... 2002 - [Easton, Pa., etc.] Radiological ...
 Citato da 4 Articoli correlati Cita Altro ▾

Figura 4 – Risultati di una ricerca per autore in GS: 1) record completi con link al sito di provenienza; 2) citazioni isolate/orfane.

GS si ferma qui, non somma automaticamente le citazioni ricevute dalle pubblicazioni dello stesso autore né calcola indicatori di alcun tipo. Per conferirgli un'anima bibliometrica bisogna ricorrere a servizi supplementari. Un'opzione interna è *Google Scholar Citations* (<scholar.google.com/citations>): una volta creata una pagina personale in stile Facebook, completa di elenco delle pubblicazioni, il sistema provvede ad aggiornare in modo automatico il numero complessivo di citazioni, l'*h index* e il numero di articoli con almeno 10 citazioni (*i10-index*). In alternativa, si può utilizzare lo *Scholarometer* (<scholarometer.indiana.edu>), un'estensione dei browser *Mozilla*

Firefox e *Google Chrome* sviluppata da un team dell'Indiana University (Bloomington), oppure il software gratuito *Publish or Perish (PoP)* di Anne-Wil Harzing (<www.harzing.com/pop.htm>). Dato un input suscettibile di analisi bibliometrica, sia esso un autore o un documento, *PoP* recupera le citazioni da GS e calcola in automatico una serie di indicatori d'impatto e produttività, incluso l'indice *h* con relative varianti, permettendo di selezionare solo i record da includere nel calcolo, di fondere i duplicati, di tenere traccia delle ricerche compiute, di ordinare i risultati secondo vari criteri e di esportare l'output in diversi formati⁶⁰.

Google Scholar Metrics (<scholar.google.com/intl/en/scholar/metrics.html>) estende l'analisi delle citazioni alle riviste e gruppi coerenti di articoli all'interno di *open archives*, ad esempio il gruppo dei preprint di *High Energy Physics-Phenomenology (hep-ph)* in arXiv. I frutti più maturi del progetto sono la classifica delle *top 100 publications* di tutti i settori disciplinari e le classifiche delle *top 20 publications* all'interno di 8 categorie disciplinari e delle relative *subcategories*. Il criterio di ranking è l'indice *h* calcolato, per ogni rivista o gruppo di articoli, sui record indicizzati in GS negli ultimi 5 anni (*h5-index*). Ciascun indice *h*, a sua volta, è un hyperlink che rinvia ai record dei documenti che lo determinano. Solo articoli di riviste online, *conference papers* selezionati di informatica/ingegneria e preprint di un nucleo ristretto di *repositories* (arXiv, SSRN, NBER e RePEc) sono ammessi nel calcolo, mentre restano fuori monografie, dissertazioni, brevetti e articoli di riviste mai citate o con meno di 100 pubblicazioni all'attivo lungo il quinquennio. Esistono anche classifiche *top 100* per riviste in lingue diverse dall'inglese. Curiosamente, le prime tre riviste italiane per *h5-index* sono di area giuridica ed economica: *Stato e mercato*, *Lavoro e diritto*, *Rivista di politica economica* (nessuna delle tre è attualmente indicizzata in WoS, mentre solo la prima è inclusa in Scopus).

La scelta di indicizzare documenti, non riviste, e di farlo mediante estrazione automatica dei metadati è anche all'origine delle zone d'ombra di GS. In mancanza di *authority files* per nomi di autori e titoli di periodici, il software deputato all'analisi sintattica e lessicale delle fonti (*parser*) non è sempre in grado di interpretarne correttamente la struttura bibliografica così da riconoscere in modo

⁶⁰ Anne-Wil Harzing, *The Publish or Perish book. Your guide to effective and responsible citation analysis*. Melbourne: Tarma Software Research, 2010.

accurato la natura delle informazioni analizzate. Lo stesso help in linea, di conseguenza, consiglia di usare con estrema cautela la maschera di ricerca avanzata per imporre condizioni aggiuntive rispetto alla semplice ricerca per nome autore o titolo. Una combinazione di filtri, in effetti, potrebbe causare la perdita dei record dove una parte delle informazioni bibliografiche è assente o registrata in modo errato. Nonostante il massiccio lavoro di bonifica degli ultimi anni, la corretta identificazione delle relazioni citante-citato e la restituzione di conteggi bibliometrici soddisfacenti continua a essere compromessa tanto da banali errori di catalogazione, come la creazione e moltiplicazione di autori fantasma o la confusione tra record di documenti veri e propri e record di citazioni⁶¹, quanto dalla facilità con cui si possono falsare i risultati creando pubblicazioni fittizie o manipolando quelle esistenti⁶².

Alla luce dei limiti strutturali e della segretezza dei criteri di selezione delle fonti, utilizzare GS in sostituzione degli altri due database nelle analisi bibliometriche è quantomeno rischioso⁶³. Se si decide di chiamarlo in causa, serve massima cautela nella formulazione della strategia di ricerca e nella verifica dell'accuratezza dei risultati. Per ricostruire un profilo bibliometrico corretto di un autore, ad esempio, la strategia vista sopra nel caso di Schepis non basta: potrebbero esserci decine di record nei quali il cognome della persona non è stato correttamente interpretato come indicazione di responsabilità intellettuale e potrebbero esserci decine di citazioni attribuite erroneamente a quel record ma di dubbia provenienza (ad esempio, la stessa *cited reference* nel preprint e nella versione definitiva dell'articolo citante). La ricerca per nome autore, allora, va integrata con una ricerca per frase esatta – la classica interrogazione tra doppie virgolette – sui titoli di ognuna delle pubblicazioni elencate nel curriculum, avendo cura di verificare, standardizzare e, in presenza

⁶¹ P. Jacsó, *Google Scholar revisited*, «Online Information Review», 32 (2008), n. 1, p. 102-114.

⁶² Esempi di manipolabilità dei risultati di GS sono descritti in: Jöran Beel; Bela Gipp, *On the robustness of Google Scholar against spam*. In: *Proceedings of the HT '10, 21st ACM conference on hypertext and hypermedia*. New York: ACM, 2010, p. 297-98, <sciplore.org/wp-content/papercite-data/pdf/beel10c.pdf>; Cyril Labbé, *Ike Antkare, one of the great stars in the scientific firmament*, «ISSI Newsletter», 6 (2010), n. 2, p. 48-52.

⁶³ P. Jacsó, *Google Scholar duped and deduped. The aura of 'robometrics'*, «Online Information Review», 35 (2011), n. 1, p. 154-160.

direcord duplicati, unificare le citazioni assegnate in automatico dal sistema. Un lavoro che, per autori molto produttivi e molto citati, può richiedere una quantità di tempo incompatibile con la natura *quick and dirty* di molte valutazioni bibliometriche.

3. Bibliometria e valutazione della ricerca

Storici, filosofi e *information scientists* hanno sempre sospettato che le citazioni bibliografiche non siano semplici tracce di legami intellettuali o atomi di *peer review*⁶⁴. Lo stesso Merton aveva evidenziato alcune falle nell'edificio normativo costruito attorno all'uso bibliometrico delle citazioni, in particolare l'«effetto S. Matteo» («*Matthew Effect*»), vale a dire la tendenza, da parte di autori già affermati, ad accumulare riconoscimenti (anche simbolici) in funzione dello status sociale acquisito anziché del valore effettivo del proprio contributo⁶⁵. Senza scomodare i *top scientists*, lo stesso effetto è ravvisabile ogniqualvolta, a seguito di un concorso truccato o di una cattiva *peer review*, un ricercatore mediocre occupa il posto che sarebbe spettato a uno più capace: il primo avrà comunque a disposizione una serie di mezzi (finanziamenti, strumentazione di laboratorio, opportunità di viaggi e collaborazioni, ecc.) per produrre qualcosa che lo pone, da quel momento, nella condizione di acquisire vantaggi cumulativi rispetto al secondo. Dalla fine degli anni Settanta, sociologi e filosofi di orientamento costruttivista si sono impegnati a demolire le fondamenta dell'edificio mertoniano, mostrando la natura artificiale e spesso 'creativa' dei resoconti formali affidati agli articoli scientifici. Da impronte permanenti del passaggio di idee, le citazioni vennero così degradate a proiettili retorici al servizio delle strategie argomentative degli autori: si cita (o si omette di citare) per rafforzare la credibilità delle proprie tesi e oscurare/demolire quelle degli altri, in modo da preservare gli equilibri di potere esistenti o spostarli a proprio vantaggio, anche se solo di pochi

⁶⁴ La prima coerente critica dei fondamenti teorici dell'analisi delle citazioni da un punto di vista storico-scientifico si trova in David O. Edge, *Quantitative measures of communication in science. A critical review*, «History of Science», 17 (1979), p. 102-134. Le argomentazioni di Edge furono riprese e approfondite da diversi autori negli anni seguenti, in particolare Michael H. MacRoberts; Barbara R. MacRoberts, *Problems of citation analysis. A critical review*, «Journal of the American Society for Information Science», 40 (1989), n. 5, p. 342-349.

⁶⁵ R. K. Merton, *The Matthew Effect in science, 2. Cumulative advantage and the symbolism of intellectual property*, «ISIS», 79 (1988), n. 299, p. 606-623.

millimetri. Ciò rende impraticabile la costruzione di una teoria generale delle citazioni capace di garantire un fondamento scientifico agli indicatori bibliometrici⁶⁶.

La reazione a questa consapevolezza ha preso tre forme principali: alcuni hanno cercato di rintracciare in maniera sistematica i motivi per citare tramite interviste dirette agli autori oppure, per via indiretta, identificando il contenuto e il contesto di provenienza delle citazioni in campioni selezionati di articoli⁶⁷; altri hanno applicato una qualche forma di analisi di regressione alle caratteristiche bibliografiche ed extra-bibliografiche di un campione di articoli (ad esempio lunghezza del testo e della bibliografia, metodologia di ricerca adottata, prestigio dell'autore e della rivista, ecc.) per identificare i fattori in grado di predire l'occorrenza di citazioni⁶⁸; altri ancora, infine, hanno completamente negato la possibilità e persino l'utilità di una teoria delle citazioni basata sulle abitudini bibliografiche degli autori⁶⁹. Chi ha provato ad approfondire il ruolo delle citazioni nella comunicazione scientifica non ha trovato risultati inequivocabili, né ha raggiunto conclusioni generalizzabili: talvolta sembrano prevalere ragioni normative di stampo mertoniano, talaltra prende il sopravvento la funzione puramente cosmetica delle bibliografie. In nessun

⁶⁶ Sulla funzione retorica delle citazioni vedi Bruno Latour, *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987. Un tentativo di conciliare l'approccio costruttivista con l'analisi empirica del significato delle citazioni nella pratica scientifica si trova in Blaise Cronin, *The citation process. The role and significance of citations in scientific communications*. London: Taylor Graham, 1984.

⁶⁷ Per una rassegna vedi Lutz Bornmann; Hans-Dieter Daniel, *What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior*, «Journal of Documentation», 64 (2008), n. 1, p. 45-80.

⁶⁸ Questo filone d'indagine è ben rappresentato da due articoli: John A. Stewart, *Achievement and ascriptive processes in the recognition of scientific articles*, «Social Forces», 62 (1983), n. 1, p. 166-189; Stéphane Baldi, *Normative versus social constructivist processes in the allocation of citations. A network analytic model*, «American Sociological Review», 63 (1998), n. 6, p. 829-846.

⁶⁹ Anthony F. J. van Raan, *In matters of quantitative studies of science the fault of theorists is offering too little and asking too much*, «Scientometrics», 43 (1998), n. 1, p. 129-139; Paul Wouters, *The citation culture*, PhD Thesis. Amsterdam: University of Amsterdam, 1999, <garfield.library.upenn.edu/wouters/wouters.pdf>.

caso, purtroppo, i filoni d'indagine sul significato delle citazioni hanno incrociato la strada della valutazione della ricerca, dove prevale un modello di conteggio indifferente a contenuti e contesti di provenienza delle *cited references*. Qui l'approccio dei bibliometristi è stato molto pragmatico: inutile cercare significati profondi per oggetti che ne hanno già uno ben visibile all'interno della dialettica della comunicazione scientifica ufficiale. Piuttosto, conviene affrontare il problema di come sia possibile garantire l'equità delle valutazioni comparative dei numeri di pubblicazioni e citazioni, un problema bibliometrico che richiede soluzioni bibliometriche, non filosofiche o sociologiche.

3.1. Contare pubblicazioni e citazioni: dagli indicatori grezzi agli indicatori normalizzati

Una delle prime cose che si imparano nei corsi di avviamento alla statistica è come calcolare le distribuzioni di frequenza relativa. Un'operazione banale che, in fin dei conti, è poco più di una formalizzazione del puro buon senso. Se ho due cassette di mele provenienti da due diversi fruttivendoli e scopro che nella prima ci sono 12 mele marce mentre nella seconda ce ne sono 23, non bastano questi numeri per farmi un'idea provvisoria dell'affidabilità dei due fruttivendoli. Mi serve sapere quante mele ci sono complessivamente in ognuna delle due cassette e che proporzione esiste tra mele marce e mele buone nei due casi. Se nella prima cassetta ci sono in totale 50 mele e nella seconda 90, allora nel primo caso avrò una proporzione di mele marce pari a $12/50 = 0,24$ (o il 24%), mentre nel secondo la proporzione di mele marce sarà $23/100 = 0,23$ (o il 23%). In proporzione, quindi, il secondo fruttivendolo mi ha fornito un numero relativamente inferiore di mele marce rispetto al primo nonostante, in assoluto, le mele marce della sua cassetta siano più numerose. In gergo, si dice che il numero assoluto di mele marce è stato normalizzato dividendolo per il numero complessivo di unità del gruppo di provenienza. Questa operazione ha reso confrontabili i due fruttivendoli in relazione alla capacità di fornire mele commestibili. In bibliometria esiste un problema analogo, cioè garantire confronti equi tra oggetti (e soggetti) appartenenti a categorie diverse, ma la soluzione non è altrettanto immediata perché non esiste un metodo per stabilire, in modo univoco, quale sia il gruppo di provenienza delle unità di analisi. I numeri grezzi di pubblicazioni e citazioni

prodotti dai database bibliometrici non hanno alcun significato se presi in valore assoluto. Un articolo di matematica non può essere confrontato direttamente con uno di biologia molecolare in quanto nel secondo settore si pubblica e si cita molto di più, quindi la probabilità di essere citati è maggiore (un problema analogo, a dire il vero, potrebbe riguardare anche due aree di ricerca distinte all'interno della stessa disciplina, ad esempio due branche della medicina o della fisica). Un articolo con autore singolo non può essere confrontato direttamente con un articolo firmato da 100 autori perché il contributo individuale al prodotto finito è sicuramente diverso nei due casi. Un ricercatore anziano non può essere comparato a uno giovane poiché il primo, almeno sulla carta, ha avuto più tempo per pubblicare ed essere citato. Per lo stesso motivo, una rivista attiva da molto tempo o che pubblica annualmente un alto numero di articoli non può essere confrontata direttamente con una rivista fondata di recente o che pubblica un basso numero di contributi. Da una prospettiva sociometrica, infine, un documento che riceve molti consensi (citazioni) da documenti prestigiosi non può essere equiparato a un documento che riceve altrettanti consensi da documenti meno quotati all'interno della stessa rete bibliografica.

La tecnica per rendere confrontabili dati riferiti a oggetti e contesti diversi si chiama anche qui normalizzazione e può consistere tanto in una semplice correzione aritmetica dell'indicatore grezzo quanto nell'utilizzo di sistemi complessi di conteggio basati su modelli probabilistici. La normalizzazione trasforma l'indicatore assoluto (il numero di pubblicazioni o citazioni) in indicatore relativo (il numero di pubblicazioni o citazioni modificato in modo da riflettere il valore di un documento/autore all'interno di una classe di documenti/autori simili). Tale correzione rende possibili giudizi comparativi del tipo: «l'autore A di area X è più produttivo dell'autore B di area Y » oppure «il documento A di area X è migliore del documento B di area Y poiché la performance di A supera di una certa quantità misurabile quella degli altri documenti di provenienza X , mentre la performance di B non supera quella degli altri documenti di provenienza Y della stessa quantità».

Per familiarizzare con il linguaggio della bibliometria introduciamo un formalismo elementare e chiamiamo C il numero di citazioni ricevute da un insieme formato da p pubblicazioni, che per semplicità supponiamo essere articoli di rivista:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_i + \dots + C_p = \sum_{i=1}^p C_i$$

dove C_1, C_2, \dots, C_p rappresentano i numeri di citazioni ottenuti rispettivamente dal primo, secondo, ..., p -esimo articolo del set di partenza. La notazione

$$\sum_{i=1}^p C_i$$

è un modo convenzionale per riferirsi all'operazione di sommatoria su un certo numero di elementi, ciascuno identificato da un indice progressivo ($i=1,2,3,\dots$). Ad esempio, per un set di 3 articoli si ha $p=3$. Se i tre articoli sono stati citati rispettivamente 4, 7 e 8 volte, allora $C_1=4, C_2=7, C_3=8$, quindi:

$$C = \sum_{i=1}^3 C_i = 4 + 7 + 8 = 19$$

Dato che le valutazioni bibliometriche sono sempre (direttamente o indirettamente) comparative, supponiamo ora di avere due generici gruppi di pubblicazioni, P_A e P_B , e di voler stimare, mediante il numero di citazioni, quale tra i due ha esercitato un impatto maggiore a livello internazionale. Il numero C di citazioni per ciascun set è influenzato da diversi fattori, alcuni imponderabili o comunque difficili da correggere, altri suscettibili di correzione bibliometrica. Fanno parte del primo gruppo, tra gli altri, gli effetti bibliometrici dello status sociale degli autori, le strategie retoriche che presiedono alla selezione dei documenti citati e il grado di interdisciplinarietà dei documenti. È noto, ad esempio, che gli articoli di taglio interdisciplinare tendono, in alcuni settori, ad attrarre più citazioni di quelli specialistici, ma è pressoché impossibile catturare l'interdisciplinarietà in una formula utilizzabile nelle valutazioni⁷⁰. Fattori suscettibili di correzione bibliometrica sono, in particolare:

⁷⁰ Vincent Larivière; Yves Gingras, *On the relationship between interdisciplinarity and scientific impact*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 61 (2010), n. 1, p. 126-131.

- 1) Il numero p : più sono le pubblicazioni, maggiore la probabilità che il numero complessivo di citazioni del set aumenti.
- 2) Il numero di autocitazioni: per quanto fisiologiche in contesti discorsivi condizionati dalla necessità di documentare la continuità di un progetto o di una linea di ricerca, oltre un certo limite le autocitazioni diventano sospette o addirittura patologiche.
- 3) Il numero di coautori: se un articolo è scritto in collaborazione tra più autori, i crediti a esso riconosciuti (anche in termini di citazioni) dovrebbero essere suddivisi equamente tra gli autori in funzione del contributo effettivo di ciascuno.
- 4) L'età: i documenti più vecchi hanno avuto più tempo per essere citati.
- 5) La tipologia degli articoli: una *review* biomedica ha in media più chances di essere citata rispetto a un *research article* non perché sia di qualità superiore, ma semplicemente perché è più utile.
- 6) Il settore di ricerca o area tematica: i biologi non citano come e quanto i matematici o gli informatici, pertanto un articolo di biologia ha una diversa probabilità di ricevere citazioni rispetto a un articolo negli altri due settori.

Per quanto riguarda 1) le dimensioni del set e 2) le autocitazioni, una correzione basilare si ottiene dividendo il numero complessivo di citazioni per il numero di pubblicazioni ed escludendo dal conteggio le autocitazioni. L'indicatore così ottenuto, che rappresenta la media aritmetica delle citazioni ricevute dall'insieme delle p pubblicazioni, è spesso indicato in letteratura con la sigla *CPP* (*Citations Per Publication*):

$$CPP = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_i + \dots + C_p}{p} = \frac{\sum_{i=1}^p C_i}{p}$$

dove C_1, C_2, \dots, C_p rappresentano i numeri di citazioni ottenuti rispettivamente dalla prima, seconda, ..., p -esima pubblicazione e p è il numero complessivo di pubblicazioni del set di partenza. Riprendendo l'esempio delle tre pubblicazioni citate rispettivamente 4, 7 e 8 volte, in assenza di autocitazioni, si avrà:

$$CPP = \frac{\sum_{i=1}^3 C_i}{3} = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3} = \frac{4 + 7 + 8}{3} = \frac{19}{3} = 6,333$$

Il *CPP* è un indicatore più equilibrato del numero grezzo di citazioni, ma non basta a garantire un confronto equo tra i gruppi P_A e P_B per almeno due motivi: primo, un confronto basato su numeri medi di citazioni trascura completamente il significato qualitativo annesso alla produttività scientifica così che, ad esempio, 3 articoli citati in totale 10 volte ($CPP=3,333$) vengono messi sullo stesso piano di 300 articoli citati 1.000 volte ($CPP=3,333$); secondo, il *CPP* lascia ancora privi di correzione i fattori 3), 4), 5) e 6), ovvero il numero di coautori, l'età, il tipo di documento e soprattutto l'area tematica delle pubblicazioni. Nel paragrafo seguente affronteremo il problema della suddivisione bibliometrica del merito negli articoli con autori multipli, mentre in § 3.3, § 3.4 e § 3.5 vedremo alcuni esempi di come sia possibile correggere i restanti fattori di distorsione delle valutazioni comparative in rapporto a tre livelli di aggregazione possibili: le riviste, gli autori individuali e generici gruppi di articoli che non hanno alcuna omogeneità dal punto di vista del contenitore o della responsabilità intellettuale. L'*IF* delle riviste costituirà il punto di partenza della discussione, principalmente per la sua popolarità, ma in § 3.4.2 e § 3.4.3 saranno esaminate soluzioni alternative o complementari all'*IF*. L'indice h , per lo stesso motivo, sarà il punto di partenza del discorso sulle valutazioni individuali in § 3.5: a differenza del *CPP*, l'indice h merita attenzione per la capacità di compendiare in un unico numero entrambe le dimensioni bibliometriche della produttività e dell'impatto. Le questioni sollevate nei paragrafi seguenti saranno inquadrare nel contesto di una sintetica rassegna delle soluzioni più avanzate, tuttora reperibili in letteratura, al problema della normalizzazione dei dati bibliometrici.

3.2. Il problema degli autori multipli

Un ostacolo enorme, quando si confrontano produttività e impatto degli autori, è come valutare il contributo individuale nel caso di autori multipli. La ricerca scientifica di ambito naturalistico, biomedico e tecnologico è in larga misura un'impresa collettiva e collaborativa. Difficilmente, però, gli autori elencati nella *byline* hanno

contribuito in pari misura al prodotto finito. Nelle scienze biomediche, ad esempio, il primo autore in lista è tipicamente chi ha fatto la maggior parte del lavoro (sperimentale e/o di stesura del manoscritto), mentre l'ultimo è il capo del gruppo o del dipartimento (*team supervisor* o *principal investigator*), colui (o colei) che ha reso possibile il progetto, ne ha coordinato le fasi di svolgimento e ne garantisce l'integrità al cospetto della comunità scientifica, figurando spesso anche come *corresponding author*. In ambito biomedico abbondano, d'altra parte, anche i casi di autori puramente virtuali: sono quelli che, pur non condividendo alcun tipo di responsabilità nella genesi della pubblicazione, vedono il loro nome riconosciuto al livello degli altri coautori in virtù della luce riflessa dal proprio status sociale o semplicemente per uno scambio di favori (*honorary authorship*, *gift authorship*). Altrove regnano consuetudini in parte simili, in parte diverse, ma non esiste una regola valida per tutti i settori: gli autori possono trovarsi elencati in ordine alfabetico per indicare il fatto che hanno partecipato ugualmente alla realizzazione dello studio; in alternativa, la condizione di *equal first authorship* può essere segnalata in una nota, così come è possibile che l'ordine dei nomi corrisponda al livello effettivo di coinvolgimento decrescente dei soggetti elencati. Gli editori delle riviste internazionali hanno cercato di regolamentare una volta per tutte le attribuzioni di responsabilità chiedendo di specificare, al momento della *submission* dei manoscritti, il contributo effettivo di ciascun autore⁷¹. Tuttavia, in assenza di standard universalmente accettati, è quasi impossibile stabilire automaticamente 'chi' ha fatto 'cosa' (o 'quanto'), in modo da riprodurre nell'indicatore bibliometrico l'entità del suo apporto. Come al solito, allora, la bibliometria deve accontentarsi di soluzioni approssimate. Le principali, o perlomeno le più semplici da adottare, sono illustrate di seguito assieme ai loro pregi e difetti⁷².

⁷¹ Una proposta di trasformare sistematicamente gli *authors* in *contributors* specificando, in ogni manoscritto destinato alla pubblicazione, il contributo effettivo fornito da ciascuno si trova in Drummond Rennie; Veronica Yank; Linda Emanuel, *When authorship fails. A proposal to make contributors accountable*, «JAMA», 278 (1997), n. 7, p. 579–585.

⁷² La terminologia ed i problemi connessi alla scelta del sistema di conteggio delle pubblicazioni sono discussi, con particolare riguardo al livello nazionale di aggregazione, in: Marianne Gauffriau [*et al.*], *Comparisons of results of publication counting using different methods*, «Scientometrics», 77 (2008), n. 1, p. 147–176; Peder Olesen Larsen, *The state of the art in publication*

A) *First author (straight) counting*

Si conta solo il primo autore o, se ci sono informazioni sufficienti per identificare un responsabile principale diverso dal primo, si conta solo l'autore identificato come principale. Ad esempio, se un articolo con 5 coautori viene citato, solo il primo (o comunque il principale) vede aumentare di uno il proprio numero di citazioni, mentre gli altri quattro restano a zero. È la soluzione più economica utilizzata in molti studi bibliometrici, soprattutto nell'era pre-WoS quando il primo autore era la chiave d'accesso al *Citation Index*. In tempi recenti, la si ritrova nel calcolo degli indicatori che informano *SIR: SCImago Institutions Rankings* (<www.scimagoir.com>). È anche la soluzione intuitivamente più iniqua poiché comporta la sottostima del contributo dei collaboratori. La giustificazione teorica di questo sistema consiste nel fatto che, quando si lavora con numeri alti di pubblicazioni – tipicamente al livello delle istituzioni o delle nazioni – i risultati ottenuti contando solo il primo autore sono positivamente correlati con quelli derivanti da altri metodi di conteggio, in particolare dal *full counting* descritto di seguito⁷³.

B) *Full (normal, standard, whole, complete, integer) counting*

Si contano tutti i coautori come se fossero autori singoli: nel caso dell'articolo con 5 coautori, ciascuno di essi viene considerato come responsabile della pubblicazione nella sua interezza e un'eventuale citazione ricevuta dall'articolo comporterebbe un aumento pari a 1 unità del *citation score* di tutti gli autori. È una soluzione che perde meno informazione rispetto alla precedente, ma altrettanto limitata sia per il fatto che produce conteggi inflazionati (la stessa pubblicazione viene contata 5 volte) sia perché non riflette la diversa responsabilità intellettuale dei soggetti coinvolti nello studio. Ciononostante, è il metodo di conteggio standard adottato dalla maggior parte dei ranking internazionali, inclusi *Academic Ranking*

counting, «*Scientometrics*», 77 (2008), n. 2, p. 235–251. Per una trattazione rigorosa, dal punto di vista matematico, delle conseguenze paradossali che possono derivare dall'uso dei diversi sistemi vedi L. Egghe; Ronald Rousseau; Guido Van Hooydonk, *Methods for accrediting publications to authors or countries. Consequences for evaluation studies*, «*Journal of the American Society for Information Science*», 51 (2000), n. 2, p. 145–157.

⁷³ Un argomento del genere a favore del *first author counting* si trova, ad esempio, in Jonathan R. Cole; Stephen Cole, *Social stratification in science*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

of World University e QS World University Rankings, nonché dagli studi comparativi sulla produttività scientifica delle nazioni, incluse le due celebri analisi della distribuzione della ricchezza scientifica mondiale pubblicate, nel 1997 e nel 2004, sulle riviste *Science* e *Nature*⁷⁴.

C) Fractional counting

A ognuno degli N autori viene riconosciuta una quota di responsabilità pari a $1/N$. Ad esempio, nel caso dell'articolo di 5 coautori, a ciascuno di essi viene assegnato $1/5=0,20$ credito frazionario. Price considerava il conteggio frazionario un antidoto efficace alle distorsioni prodotte dal *full counting*⁷⁵. In effetti, è una soluzione che risolve il problema dei conteggi inflazionati, ma non quello della equa ripartizione del credito tra i coautori. Malgrado non sia diffuso come il sistema precedente, è utilizzato assieme a esso nel *Leiden Ranking* delle 500 migliori università al mondo.

D) Rank-dependent counting

Varie formule sono state proposte per assegnare automaticamente, a ogni coautore, una quota frazionaria di credito variabile a seconda della posizione (*rank*) del suo nome nella *byline*. Il credito complessivo da suddividere resta unico, quindi non c'è pericolo di conteggio inflazionato come nel *full counting*, ma al tempo stesso quella unità non viene suddivisa equamente tra i coautori come nel *fractional counting*, bensì rispettando l'ordine di apparizione dei loro nomi. Si presuppone ovviamente che tale ordine sia significativo: il primo autore è il più importante, il secondo quello che lo ha assistito in misura maggiore rispetto agli altri, e così via. Anche qui non è possibile una rassegna completa di tutte le varianti disponibili, perlopiù confinate nella letteratura specializzata, ma conviene esaminarne una particolarmente elegante basata sul concetto di media armonica⁷⁶. Dato un articolo con N autori, elencati nell'ordine $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_N$:

⁷⁴ Robert M. May, *The scientific wealth of nations*, «Science», 275 (1997), n. 5301, p. 793-796; David A. King, *The scientific Impact of nations*, «Nature», 430 (2004), n. 6997, p. 311-316.

⁷⁵ D. J. de Solla Price, *Multiple authorship*, «Science», 212 (1981), n. 4498, p. 986.

⁷⁶ Nils T. Hagen, *Harmonic allocation of authorship credit. Source-level correction of bibliometric bias assures accurate publication and citation*

$$\text{credito armonico dell'autore } i\text{-esimo} = \frac{\left(\frac{1}{i}\right)}{1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{N}}$$

Ad esempio, per l'articolo con 5 coautori, il credito armonico del primo autore sarà:

$$\text{credito armonico } A_1 = \frac{\left(\frac{1}{1}\right)}{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}} = 0,438$$

Quello del secondo sarà:

$$\text{credito armonico } A_2 = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)}{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}} = 0,219$$

e così via fino al quinto:

$$\text{credito armonico } A_5 = \frac{\left(\frac{1}{5}\right)}{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}} = 0,088$$

Nell'ipotesi che ci siano informazioni sufficienti per assegnare a uno dei coautori lo stesso rango del primo autore, la formula può essere agevolmente adattata. Ad esempio, nel caso classico che l'ultimo coautore abbia la stessa dignità del primo:

$$\text{credito armonico } A_1/A_5 = \frac{\left(\frac{1 + \frac{1}{2}}{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}} \right)}{2} = 0,328$$

mentre la quota di credito dei restanti coautori rimane invariata. Una soluzione di questo tipo, laddove applicabile, è preferibile alle altre perché consente di accomodare i tre requisiti "etici" basilari di ogni conteggio delle pubblicazioni/citazioni: il credito di una pubblicazione va suddiviso tra i coautori; maggiore il numero dei coautori, minore la porzione di credito che spetta a ciascuno; il primo autore (e chiunque sia assimilabile al primo) riceve più credito degli altri mentre l'autore *i*-esimo riceve più credito dell'autore (*i*+1)-esimo.

La scelta del modo di contare non è indolore: optando per un sistema piuttosto che un altro il ranking dei soggetti coinvolti può cambiare drasticamente, non tanto per chi occupa gli estremi della scala – i *top performers* da un lato e le unità meno produttive dall'altro – quanto per chi sta nel mezzo⁷⁷. Se poi il conteggio avviene a un livello di aggregazione più alto rispetto a quello dell'autore individuale, ad esempio le istituzioni o le nazioni, allora la situazione si complica ulteriormente perché all'arbitrarietà del sistema di conteggio della *authorship* si aggiunge quella del modo di assegnare i crediti aggregati: se la stessa istituzione (nazione) compare due o più volte tra le affiliazioni di un articolo si può decidere di contarla una sola volta o di assegnarle una quota di credito (in base al sistema prescelto) per ogni occorrenza. L'uso di diversi sistemi di ripartizione del credito può condurre a risultati contrastanti, talvolta anche paradossali, ed è anche uno dei motivi che portarono, negli anni Ottanta, vari bibliometristi di caratura internazionale a scontrarsi in una disputa molto accesa circa il presunto declino della scienza britannica lungo il decennio 1973-1982. Il fatto che, rileggendo le argomentazioni degli opposti schieramenti, ancora oggi non si riesca a capire se la scienza britannica dell'epoca fosse in declino,

⁷⁷ Chi-Shiou Lin; Mu-Hsuan Huang; Dar-Zen Chen, *The influences of counting methods on university rankings based on paper count and citation count*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 3, p. 611-621.

in ascesa o semplicemente stazionaria è un esempio lampante di come, pur lavorando sullo stesso set di dati bibliometrici, si possano raggiungere conclusioni opposte a seconda della metodologia d'indagine adottata⁷⁸.

3.3. *Impact Factor* e Journal Citation Reports

L'*IF* è un indicatore d'impatto delle riviste introdotto nei primi anni Sessanta da Garfield allo scopo di facilitare la selezione dei titoli da indicizzare nei database bibliografici dell'ISI⁷⁹. Dal 1975, gli *IF* delle riviste ISI sono pubblicati annualmente sul JCR, nelle due edizioni separate JCR: Science Edition e JCR: Social Sciences Edition. L'*IF* è una misura dell'impatto esercitato dall'articolo 'medio' di una rivista in un arco relativamente breve di vita. Per una data rivista *J* in un dato anno *Y*, è calcolato come rapporto tra due quantità *A* e *B*:

$$IF_J = \frac{A}{B}$$

A è il numero di citazioni ricevute nell'anno *Y* da tutti gli articoli usciti su *J* nei due anni precedenti *Y-1* e *Y-2*, mentre *B* è il numero di articoli citabili (*citable items*) pubblicati su *J* nel corso degli stessi due anni. La precisazione 'articoli citabili' significa che le unità contate al denominatore sono soltanto gli articoli veri e propri, sia quelli contenenti ricerche originali (*research papers*, *research notes*) che le rassegne di letteratura (*reviews*), mentre non si tiene conto delle tipologie meno importanti di contributi (*editorials*, *letters*, *comments*, ecc.). Al numeratore, invece, si contano tutte le citazioni

⁷⁸ Il dibattito fu innescato da B. R. Martin; J. Irvine; Roy Turner, *The writing on the wall for British science*, «New Scientist», 104 (1984), n. 1429, p. 25-29. Si possono recuperare velocemente le altre pubblicazioni coinvolte nella disputa utilizzando questo articolo come punto di partenza per una *citation search* in WoS.

⁷⁹ Sulla genesi dell'*IF* vedi E. Garfield, *The history and meaning of the Journal Impact Factor*, «Journal of the American Medical Association», 295 (2006), n. 1, p. 90-93; S. J. Bensman, *Garfield and the Impact Factor*, «Annual Review of Information Science and Technology», 41 (2007), p. 93-155.

ricevute dalla rivista, incluse quelle indirizzate alle tipologie minori di documenti esclusi dal calcolo del denominatore. Ad esempio, nel 2011 gli articoli usciti sul *Journal of Ethology* durante il 2010 e il 2009 sono stati citati complessivamente 155 volte, mentre il totale di articoli citabili pubblicati dalla rivista lungo gli stessi due anni è 131. Quindi l'*IF* 2011 del *Journal of Ethology* è dato da:

$$\frac{\text{numero di citazioni 2011 ad articoli 2010-2009}}{\text{numero articoli citabili 2010-2009}} = \frac{155}{131} = 1,183$$

Come indicatore d'impatto nel breve periodo, l'*IF* è preferibile al numero grezzo di citazioni: dividendo il totale delle citazioni per il numero di articoli, impedisce che una rivista sia avvantaggiata dal fatto di pubblicare molti contributi; contando le citazioni solo su due anni, evita di privilegiare le riviste che, avendo pubblicato pochi articoli molto citati in un passato remoto, vivrebbero di rendita. È evidente, però, che la semplice correzione su dimensioni e intervallo di conteggio delle citazioni non può andare bene in tutti i casi. Per alcune discipline e aree di ricerca due anni non sono sufficienti ad accumulare un numero di citazioni rappresentativo dell'impatto medio di una rivista, né avrebbe senso confrontare i valori assoluti degli *IF* di discipline con stili di comunicazione (e citazione) così diversi come la matematica e la biologia molecolare. Qui emerge forse il pregio maggiore dell'*IF*: si tratta dell'unico indicatore di largo uso nelle valutazioni che abbina il numero grezzo a una serie di strumenti analitici utili a contestualizzarne e precisarne il valore. La pagina JCR di una rivista contiene, oltre all'*IF* e al numero totale di citazioni, le seguenti informazioni complementari e supplementari:

- 1) *IF* calcolato su cinque anni anziché sui due canonici (disponibile solo dal JCR 2007): è utile a farsi un'idea più accurata dell'impatto delle riviste in settori, come le scienze sociali, dove la maturazione delle citazioni per un documento avviene oltre i due anni canonici.
- 2) *EF* e *AI*: due indicatori di nuova generazione dei quali si parlerà in § 3.4.3.
- 3) Numero di autocitazioni rilevanti per il calcolo dell'*IF* e *IF* al netto delle autocitazioni: fondamentale per identificare le riviste che ricorrono al più elementare dei trucchi per incrementare artificiosamente la propria visibilità. Ben 28 riviste nel JCR 2011 e 37 nel JCR 2012 sono state soppresse a causa del numero

eccessivo di autocitazioni o di una concentrazione anomala nella provenienza delle citazioni (*citation stacking*).

- 4) Indice d'immediatezza (*immediacy index*), definito come rapporto tra citazioni ricevute nell'anno corrente dalle riviste incluse nel JCR e numero di articoli pubblicati nello stesso anno: indica approssimativamente la velocità con cui la ricerca comunicata da una rivista viene assimilata dalla comunità scientifica, ma non ha di per sé alcun significato 'qualitativo'.
- 5) *Cited half-life*: è l'età mediana degli articoli della rivista citati, nell'anno corrente, dalle altre riviste indicizzate nel JCR. Una *cited-half life* pari a 5,6 per il *Journal of Ethology* nel 2011, ad esempio, significa che la metà delle citazioni ricevute dalla rivista nel 2011 si riferisce ad articoli non più vecchi di 5,6 anni.
- 6) *Citing half-life*: è l'età mediana dei riferimenti bibliografici prodotti dagli articoli della rivista nell'anno corrente. Una *citing half-life* pari a 4,8 per *Genome Research* nel 2011, ad esempio, significa che la metà dei riferimenti bibliografici prodotti dalla rivista nel 2011 punta ad articoli non più vecchi di 4,8 anni.
- 7) Numero di rassegne (*reviews*) e numero di documenti diversi dall'articolo (*other items*) pubblicati nell'anno corrente: il primo, in particolare, serve a comprendere quanto l'impatto della rivista sia influenzato dalla pubblicazione di studi spesso molto citati ma non originali.
- 8) *IF trend* negli ultimi 5 anni: serve a farsi un'idea dell'andamento progressivo, regressivo o costante dell'impatto di una rivista nel tempo.
- 9) *Rank in category*: è la posizione relativa dell'*IF* della rivista nella distribuzione degli *IF* delle riviste della stessa *subject category* (ogni rivista può appartenere a più di una categoria).

Il 9) è fondamentale nelle valutazioni comparative perché consente di inquadrare il valore di un *IF* in relazione a quelli delle riviste assegnate alla stessa categoria ISI. *Biological Control*, ad esempio, è assegnata a due categorie distinte: *Biotechnology & Applied Microbiology* e *Entomology*. Il suo *IF* 2011 vale 2,003: un numero relativamente basso nel contesto della distribuzione di tutti gli *IF* di riviste della categoria *Biotechnology & Applied Microbiology*, ma relativamente alto rispetto alla distribuzione dei valori di *IF* delle riviste assegnate alla categoria *Entomology*.

La distribuzione degli *IF* in ciascuna categoria ISI è rappresentata per mezzo di un *boxplot* o diagramma 'a scatola e baffi', cioè un dia-

gramma a forma di rettangolo (*box*) diviso in due da un segmento orizzontale (Figura 5). Dai lati superiore e inferiore del rettangolo si dipartono due linee verticali intersecate da altri due segmenti paralleli ai lati ('baffi' o *whiskers*). Il segmento che divide in due il rettangolo corrisponde alla mediana, il valore centrale nella distribuzione: il 50% degli *IF* avrà un valore inferiore alla mediana, il restante 50% un valore superiore. L'intervallo tra il baffo inferiore e il primo lato del rettangolo contiene il 25% più basso dei valori di *IF* (primo quartile o 25esimo percentile), mentre i restanti tre intervalli fino al baffo superiore contengono rispettivamente il secondo, il terzo e il quarto quartile della distribuzione. I valori eccezionali di *IF* sono rappresentati da quadratini bianchi (*outliers*) o asterischi (*far outliers*) situati oltre il baffo superiore.

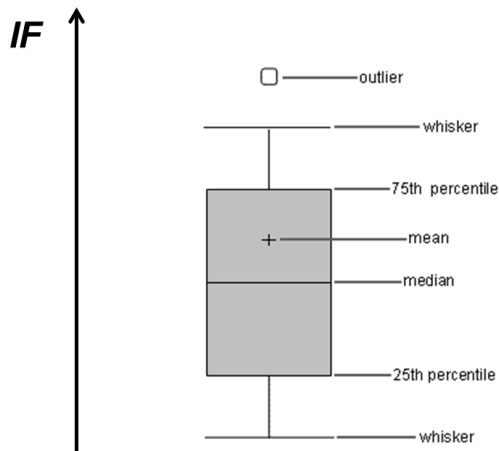


Figura 5 – Boxplot utilizzato per la rappresentazione della distribuzione degli *IF* nelle categorie del JCR.

Nel JCR la terminologia è invertita: Q1 è il quarto quartile (riviste con *IF* più alto), Q2 il terzo, e così via. Il fatto che, ad esempio, il JCR 2011 assegni al *Journal of Ethology* la classe Q2 nella categoria *Zoology* e la classe Q4 nella categoria *Behavioral Sciences* vuol dire che, nel primo caso, il suo *IF* ha un valore superiore a quello della mediana della distribuzione degli *IF* dello stesso gruppo (più del 50% di riviste di zoologia ha un *IF* inferiore), mentre nel secondo caso il suo *IF* è inferiore alla mediana e addirittura si colloca nel

primo quartile (più del 75% delle riviste di scienze del comportamento ha un *IF* superiore).

La posizione relativa dell'*IF* di una rivista nella *subject category* di riferimento del JCR è anche il miglior viatico per normalizzare gli *IF* grezzi nelle valutazioni comparative di riviste appartenenti a diverse aree disciplinari. Ci sono vari metodi per farlo. Uno dei più semplici è stato proposto dallo stesso Garfield, in collaborazione con Alexander Pudovkin, e va sotto il nome di *rank-normalized IF* (*IF* normalizzato in base al rango)⁸⁰. Data una rivista *J* appartenente alla categoria *C* formata da un numero *K* di riviste in ordine decrescente di *IF*, se *R_J* è la posizione relativa di *J* in *C*, allora:

$$RN(J) = \frac{(K - R_J + 1)}{K}$$

Se una rivista appartiene a più di una categoria, allora si calcola la media degli *IF* normalizzati in relazione a ciascuna categoria. Supponiamo, ad esempio, di voler comparare le riviste *Genetics* (*IF* 2011 = 4,007) e *Journal of Trauma: Injury, Infection, & Critical Care* (*IF* 2011 = 2,478). La prima, che per brevità indichiamo con *J₁*, occupa la 36^a posizione su 158 riviste in ordine decrescente di *IF* nella categoria *Genetics & Heredity*, quindi:

$$RN(J_1) = \frac{(158 - 36 + 1)}{158} = 0,778$$

La seconda, che per brevità indichiamo con *J₂*, occupa:

- la 4^a posizione su 24 riviste in ordine decrescente di *IF* nella categoria *Emergency Medicine*;
- la 12^a posizione su 26 riviste in ordine decrescente di *IF* nella categoria *Critical Care Medicine*;
- la 44^a posizione su 199 riviste in ordine decrescente di *IF* nella categoria *Surgery*.

⁸⁰ Alexander I. Pudovkin; E. Garfield, *Rank-normalized Impact Factor. A way to compare journal performance across subject categories*, «Proceedings of the American Society for Information Science and Technology», 41 (2004), n. 1, p. 507-515.

Il suo *IF* normalizzato sarà dato dalla media dei *rank-normalized IF* nelle tre categorie:

$$RN(J_2) = \frac{\frac{(24-4+1)}{24} + \frac{(26-12+1)}{26} + \frac{(199-44+1)}{199}}{3} = 0,745$$

Quindi, a dispetto di un valore di partenza nettamente inferiore, l'*IF* della seconda è molto simile a quello della prima se si tiene conto dei contesti disciplinari di provenienza.

Alla luce delle informazioni contestuali fornite dal JCR, l'*IF* può effettivamente assistere nella selezione e scarto delle riviste perché restituisce un punto di vista sul loro status che non dipende da valutazioni biblioteconomiche soggettive, ma dalla rete di legami bibliografici intessuta da chi la conoscenza la produce e la convalida in prima istanza. Almeno tre dati di fatto rafforzano questa ipotesi:

- 1) Esiste, perlomeno in alcuni settori, una correlazione statistica positiva tra *IF* e giudizi qualitativi, nel senso che le riviste più stimate dagli specialisti sono anche quelle con *IF* più alto nella loro categoria⁸¹.
- 2) I ranking di riviste per *IF* sono sorprendentemente stabili da un anno all'altro: un indizio, secondo alcuni, del fatto che la probabilità relativa di ricevere citazioni rimane costante nel tempo per ciascuna rivista⁸².

⁸¹ La correlazione positiva emerge tipicamente nelle discipline biomediche. Vedi, ad esempio: Somnath Saha, *Impact factor: a valid measure of journal quality?*, «Journal of the Medical Library Association», 91 (2003), n. 1, p. 42-46; Weiping Yue; Concepción S. Wilson; François Boller, *Peer assessment of journal quality in clinical neurology*, «Journal of the Medical Library Association», 95 (2007), n. 1, p. 70-76.

⁸² E. Garfield, *Long-term vs. short-term journal impact. Does it matter?*, «The Scientist», 12 (1998), n. 3, p. 10-12; *Id.*, *Long-term vs. short-term journal impact. Part II. Cumulative Impact Factors*, «The Scientist», 12 (1998), n. 14, p. 12-13. Vedi anche S. J. Bensman, *Garfield and the Impact Factor. The creation, utilization, and validation of a citation measure. Part 2: The probabilistic, statistical, and sociological bases of the measure*. Baton Rouge, LA, 2007, p. 66-68, <garfield.library.upenn.edu/bensman/bensmanegif2007.pdf>.

- 3) Il fatto stesso di avere un *IF* implica, per una rivista, aver superato i rigidi criteri di selezione imposti da Thomson Reuters, molti dei quali perfettamente in linea con i precetti classici della biblioteconomia in materia di selezione delle fonti.

Senza dubbio l'*IF* cattura alcune dimensioni significative del valore delle riviste, una delle quali potrebbe essere la loro capacità di attrarre *top papers*. Una prerogativa che, assieme alle logiche spietate del mercato editoriale e al fascino esercitato sugli amministratori dalle misure di facile applicazione, è all'origine di uno dei fraintendimenti più nocivi nella storia della bibliometria e della politica della scienza, cioè l'idea che si possa utilizzare l'*IF* per valutare persone e singoli articoli anziché riviste. L'uso dell'*IF* nelle valutazioni individuali, deprecato dal suo stesso inventore nonché dai bibliometrici di professione, è incompatibile con la natura dell'indicatore per ragioni sia teoriche che pratiche. Sul piano teorico, pesano gli effetti dell'asimmetria delle distribuzioni bibliometriche: in una rivista non esiste l'articolo 'medio', ma pochi articoli molto citati coesistono con una coda lunga di articoli dall'impatto minimo o nullo, quindi non c'è, tra *IF* della rivista e numeri di citazioni dei singoli articoli, una correlazione tale da giustificare l'uso del primo al posto dei secondi⁸³. A partire dagli anni Novanta, peraltro, la progressiva disseminazione online di documenti individuali staccati dai contenitori editoriali di provenienza ha ulteriormente indebolito il vincolo bibliometrico tra le riviste e gli articoli che ne fanno parte⁸⁴. Ci sono poi limiti pratici: uno è la scarsa attitudine catalografica del JCR, che trascura la complessità della letteratura periodica ignorando scissioni, fusioni e cambiamenti di titolo delle riviste; un limite ancora più grave è la facilità con cui gli editori possono manipolare l'indicatore ricorrendo a strategie come l'incoraggiamento alle autocitazioni, l'incremento delle rassegne a scapito dei lavori originali e la pubblicazione di contributi minori (editoriali, lettere, ecc.) che, pur potendo ricevere citazioni, non entrano nel denominatore della formula dell'*IF* gonfiandone il valore.

⁸³ Per O. Seglen, *The skewness of science*, «Journal of the American Society for Information Science», 43 (1999), n. 9, p. 628-638.

⁸⁴ George A. Lozano; V. Larivière; Y. Gingras, *The weakening relationship between the Impact Factor and papers' citations in the digital age*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 63 (2012), n. 11, p. 2140-2145.

I limiti precedenti sono ben noti da anni e vengono periodicamente rivangati in numeri speciali interamente dedicati all'*IF* dalle riviste di settore⁸⁵. Nondimeno, per quanto la morte dell'*IF* sia stata dichiarata o auspicata più volte, la creatura di Garfield è più viva che mai: i ricercatori, sotto la spinta di un mercato sempre più competitivo, continuano a perseguire strategie di pubblicazione orientate alla visibilità nei database bibliometrici; gli editori continuano a sbandierare l'*IF* come marchio di razza; i bibliometrici, come vedremo in § 3.4.1, continuano a utilizzare varianti dell'*IF* per definire standard di riferimento disciplinare nella costruzione di indicatori normalizzati. Per quanto insensato possa sembrare, infine, è plausibile che in contesti accademici come quello italiano, storicamente tormentato dalla diffusione di logiche clientelari a tutti i livelli, persino l'uso improprio dell'*IF* nelle valutazioni abbia contribuito, in alcuni settori, ad alzare l'asticella dei requisiti minimi di arruolamento e promozione del personale docente e ricercatore.

3.4. Indicatori relativi e problemi di normalizzazione per generici gruppi di articoli

Torniamo al problema iniziale: confrontare due set di pubblicazioni, P_A e P_B , ciascuno formato da articoli eterogenei per data, tipologia e settore di ricerca, allo scopo di stimare, mediante il numero di citazioni, quale tra P_A e P_B ha esercitato un impatto maggiore a livello internazionale. P_A e P_B possono essere, ad esempio, i gruppi di articoli prodotti dai ricercatori di due distinte facoltà di scienze naturali (chimici, fisici, biologi, geologi, ecc.) o due insiemi di articoli appartenenti a diverse aree di ricerca all'interno di una stessa disciplina. Intuitivamente, la soluzione ideale sarebbe quella di confrontare il simile con il simile, cioè articoli di una certa tipologia pubblicati in un dato anno in una certa area tematica con articoli dello stesso tipo usciti nello stesso anno e appartenenti alla stessa specialità, ma nella pratica ciò è impossibile perché i gruppi da confrontare sono disomogenei. Si ricorre allora a un confronto indiretto, mediante la normalizzazione separata dei punteggi dei due insiemi. Vediamo in che modo.

⁸⁵ Il più recente in *Scientometrics*, vol. 92 (2012), fascicolo 2.

Un'opzione molto popolare tra i bibliometristi, esaminata in § 3.4.1, è chiamata *cited side normalization* o normalizzazione *a posteriori*: si definisce uno standard di riferimento, un numero 'atteso' di citazioni per ogni gruppo omogeneo di articoli – tipicamente il numero medio di citazioni di tutti gli articoli dello stesso tipo pubblicati in un dato anno dalle riviste appartenenti allo stesso settore – e si normalizza il punteggio reale (il numero di citazioni effettivamente ricevute) dividendolo per il punteggio atteso. Così facendo si assume che la media delle citazioni di articoli simili a quelli da valutare rappresenti il numero di citazioni che questi ultimi avrebbero potuto ricevere data l'età, la tipologia e le abitudini bibliografiche vigenti negli stessi settori di ricerca. Un caso particolare di *cited side normalization*, discusso nell'ultima parte di § 3.4.1, è quello che evita il calcolo dei valori attesi e si limita a confrontare le percentuali di articoli di P_A e P_B situate al di sopra di una certa soglia di citazioni nei rispettivi settori di ricerca.

Una seconda via, chiamata *citing side normalization* (oppure normalizzazione *a priori* o *source normalization*), sarà descritta in § 3.4.2: consiste nel normalizzare i punteggi al livello delle bibliografie delle pubblicazioni citanti, pesando in modo diverso il valore delle citazioni a seconda della quantità di riferimenti bibliografici disponibili in un settore di ricerca. Un caso particolare di *citing side normalization* è l'indicatore d'impatto delle riviste chiamato *SNIP*. In § 3.4.3, infine, si accennerà a una terza via, illustrata dagli indicatori d'impatto delle riviste denominati *SJR* e *EF*, che si avvale di modelli stocastici avanzati per normalizzare i numeri di citazioni in funzione del prestigio delle fonti citanti, secondo uno schema reso popolare dall'algoritmo *PageRank* di Google.

3.4.1. Normalizzazione *a posteriori*: dalle medie ai ranghi percentili

Nella normalizzazione *a posteriori* i passi per confrontare l'impatto di P_A e P_B sono i seguenti:

- 1) si divide il numero medio di citazioni effettive ricevute dagli articoli di P_A lungo l'intervallo temporale T_1 - T_2 per il numero di citazioni attese dagli stessi articoli lungo lo stesso intervallo (si ottiene così un'indicazione dell'impatto relativo di P_A);
- 2) si divide il numero medio di citazioni effettive ricevute dagli articoli di P_B lungo l'intervallo temporale T_1 - T_2 per il numero di citazioni attese dagli stessi articoli lungo lo stesso intervallo (si ottiene così un'indicazione dell'impatto relativo di P_B);

3) infine, si confrontano tra loro i punteggi normalizzati di P_A e di P_B ricavati nei passaggi precedenti.

In sintesi, l'operazione da fare per ciascun set è una semplice divisione tra numero medio di citazioni ricevute (*Mean Observed Citation Rate*) e numero medio di citazioni attese (*Mean Expected Citation Rate*):

$$\text{Numero di citazioni normalizzato} = \frac{\text{numero medio di citazioni ricevute}}{\text{numero medio di citazioni attese}}$$

Per definire il numero di citazioni attese da utilizzare come standard di riferimento si ricorre, come accennato in precedenza, al numero medio di citazioni ricevute da un set di pubblicazioni affini a quella analizzata. Tale affinità può essere definita in tre modi: A) sulla base dell'appartenenza alla stessa rivista; B) sulla base dell'appartenenza allo stesso settore di ricerca; C) mediante i ranghi percentili (*percentile ranks*), cioè confrontando le posizioni relative occupate dagli articoli di P_A e P_B all'interno delle classifiche (per numero decrescente di citazioni) formate da tutte le pubblicazioni delle rispettive aree di ricerca.

A) Normalizzazione al livello della rivista

La soluzione più semplice consiste nell'assumere come valore atteso il numero medio di citazioni ricevute, lungo un certo intervallo di tempo, da tutti gli articoli usciti sulle stesse riviste contenenti gli articoli da valutare. Si suppone qui che le riviste rappresentino insiemi coerenti di pubblicazioni sia dal punto di vista tematico che professionale e che, di conseguenza, pubblicare su una certa rivista comporti automaticamente l'acquisizione delle annesse potenzialità bibliometriche nella stessa area tematica. La variante più diffusa di questa soluzione, adottata dagli ungheresi dell'ISSRU sin dalla metà degli anni Ottanta sotto il nome di *Relative Citation Rate (RCR)*, è l'indicatore *CPP/JCSm* introdotto dal CWTS di Leida. Dato un set iniziale di p pubblicazioni, l'indicatore è costruito come rapporto tra il numero medio di citazioni che esse hanno ottenuto lungo il periodo T_1 - T_2 e la media delle citazioni ricevute dalle riviste di provenienza lungo lo stesso intervallo. Più precisamente, lo standard di riferimento è il numero medio di citazioni ricevute dagli articoli, simili per tipologia a quelli da analizzare, pubblicati nello stesso anno sulla stessa rivista:

$$\frac{CPP}{JCSm} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^p C_i}{p}}{\frac{\sum_{i=1}^p J_i}{p}} = \frac{\sum_{i=1}^p C_i}{\sum_{i=1}^p J_i} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_i + \dots + C_p}{J_1 + J_2 + \dots + J_i + \dots + J_p}$$

dove *CPP* è la media delle citazioni ricevute dai *p* articoli da valutare (con esclusione delle autocitazioni) lungo il periodo T_1 - T_2 , mentre *JCSm* (*Mean Journal Citation Score*) è la media dei numeri di citazioni ricevute da tutti gli articoli simili a quelli da valutare (per tipologia e anno di pubblicazione) pubblicati sulle riviste di provenienza J_1, J_2, \dots, J_p . Torniamo all'esempio dei tre articoli citati 4, 7 e 8 volte. Supponiamo che tali articoli siano, rispettivamente, due *research articles* e una *review* e che le citazioni siano state ottenute nei due anni successivi alla pubblicazione. Supponiamo anche che, lungo gli stessi due anni, la situazione delle riviste di provenienza dei tre articoli sia la seguente: nella prima i *research articles* hanno ottenuto in media $J_1=9$ citazioni, nella seconda i *research articles* hanno ottenuto in media $J_2=14$ citazioni, nella terza le *reviews* hanno ottenuto in media $J_3=18$ citazioni. Si avrà allora:

$$\frac{CPP}{JCSm} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^p C_i}{p}}{\frac{\sum_{i=1}^p J_i}{p}} = \frac{\frac{4+7+8}{3}}{\frac{9+14+18}{3}} = \frac{19}{41} = 0,463$$

Nell'esempio in Tabella 1, l'indicatore è stato calcolato in WoS su un ipotetico set di 6 articoli ($p=6$) pubblicati negli anni 2002-2008, contando le citazioni mediante una finestra fissa (*fixed citation window*) di tre anni: ad esempio, per l'articolo pubblicato nel 2002 sono state contate le citazioni ricevute nell'intervallo 2003-2005, mentre per l'articolo pubblicato nel 2007 sono state contate le citazioni dal 2008 al 2010. Il calcolo del valore atteso al livello della rivista è molto semplice: si recuperano tutti gli articoli usciti, nell'anno *T*, sulla rivista che contiene un dato articolo da valutare,

si filtrano per tipologia e si crea un *citation report* per contare le citazioni, sommando solo quelle ricevute nei tre anni successivi T+1, T+2, T+3. Così facendo, ad esempio, il numero di citazioni ricevute da una pubblicazione di tipo *review* uscita nel 2008 sul *New England Journal of Medicine* è confrontato con il numero medio di citazioni ricevute da tutte e sole le *reviews* pubblicate nel 2008 sulla stessa rivista.

Publicazione	Tipo	Anno	Rivista	C_i	J_i
Publicazione 1	Article	2002	Ecol Lett	24	14,206
Publicazione 2	Review	2003	J Appl Ecol	13	38,000
Publicazione 3	Article	2005	Agron J	4	4,734
Publicazione 4	Article	2007	Adv Atmos Sci	7	1,946
Publicazione 5	Article	2006	Liq Cryst	8	2,930
Publicazione 6	Review	2008	Annu Rev Biophys	58	71,349

Tabella 1 – Dati WoS per il calcolo di un indicatore normalizzato al livello della rivista per un ipotetico set di 6 pubblicazioni di diversa area tematica. C_i è il numero di citazioni effettive ricevute dall' i -esimo articolo nei tre anni successivi a quello di pubblicazione. J_i è numero medio di citazioni del subset di articoli della rivista i -esima simili per tipologia e anno di pubblicazione all'articolo da valutare: entrambi sono calcolati lungo lo stesso intervallo di tre anni (autocitazioni qui incluse, ma andrebbero eliminate).

$$RCR = \frac{CPP}{JCSm} = \frac{\sum_{i=1}^p C_i}{\sum_{i=1}^p J_i} = \frac{24 + 13 + 4 + 7 + 8 + 58}{14,206 + 38 + 4,734 + 1,946 + 2,930 + 71,349} = 0,856$$

B) Normalizzazione al livello dell'area di ricerca

Qui lo standard è il numero medio di citazioni ricevute dagli articoli simili a quelli da valutare per *subject category*, tipologia di documento, età. Dato che, sia in WoS che in Scopus, il singolo articolo eredita la classificazione della *subject category* della rivista di provenienza, normalizzare al livello dell'area di ricerca equivale a dividere il numero effettivo di citazioni di un articolo per la media delle citazioni ricevute dagli articoli simili per tipologia

usciti non sulla stessa rivista, ma su tutte le riviste assegnate alla stessa *subject category* (se l'articolo è assegnato a più *subject categories* si calcola una media ulteriore sulle medie dei punteggi all'interno di ciascuna categoria).

La variante più nota di questa soluzione, utilizzata sin dagli anni Novanta in orbita CWTS, è stata fino a tempi recentissimi l'indicatore principe (*crown indicator*) del gruppo di Leida⁸⁶:

$$\frac{CPP}{FCSm} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^p C_i}{p}}{\frac{\sum_{i=1}^p S_i}{p}} = \frac{\sum_{i=1}^p C_i}{\sum_{i=1}^p S_i} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_i + \dots + C_p}{S_1 + S_2 + \dots + S_i + \dots + S_p}$$

dove *CPP* è la media delle citazioni ricevute dai *p* articoli del set di partenza (con esclusione delle autocitazioni) lungo il periodo T₁-T₂ e *FCSm* (*Mean Field Citation Score*) è la media delle citazioni *S*₁, *S*₂, ..., *S*_{*p*} ricevute, lungo lo stesso intervallo, da tutti gli articoli della stessa tipologia ed età pubblicati nelle riviste assegnate alle stesse *subject categories*. Un indicatore analogo è sponsorizzato dall'ECOOM belga sotto il nome di *Normalized Mean Citation Rate* (*NMCR*).

Riprendiamo l'esempio dei tre articoli citati 4, 7 e 8 volte. Supponiamo che tali articoli siano, rispettivamente, due *research articles* e una *review*, che le citazioni siano state ottenute nei due anni successivi alla pubblicazione e che, lungo gli stessi due anni, la situazione delle *subject categories* di provenienza dei tre articoli sia la seguente (per semplicità supponiamo che ogni articolo sia assegnato a una sola categoria): nella prima i *research articles* hanno ottenuto in media *S*₁=5 citazioni, nella seconda i *research articles* hanno ottenuto in media *S*₂=4 citazioni, nella terza le *reviews* hanno ottenuto in media *S*₃=12 citazioni. Si avrà allora:

⁸⁶ H. F. Moed; Renger E. De Bruin; Thed N. van Leeuwen, *New bibliometric tools for the assessment of national research performance. Database description*, «Scientometrics», 33 (1995), n. 3, p. 381-422.

$$\frac{CPP}{FCSm} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^p C_i}{p}}{\frac{\sum_{i=1}^p S_i}{p}} = \frac{\frac{4+7+8}{3}}{\frac{5+4+12}{3}} = \frac{19}{21} = 0,905$$

Il *crown indicator* e simili, impiegati in molti esercizi di valutazione anche al di fuori delle scuole di provenienza, sono stati oggetto di discussione sulle pagine del *Journal of Informetrics* sin dal 2007. Le critiche hanno toccato in particolare la forma dell'indicatore, che stravolge l'ordine naturale delle operazioni algebriche in quanto prescrive l'addizione dei singoli numeri di citazioni prima della divisione di ciascuno di essi per il numero di citazioni atteso⁸⁷. In risposta alle contestazioni, gli olandesi hanno prontamente scalzato il principe regnante sostituendolo con un *new crown indicator* chiamato *Mean Normalized Citation Score (MNCS)*. Nel nuovo indicatore, a differenza del precedente, ciascun numero grezzo di citazioni viene prima normalizzato rispetto al valore atteso corrispondente e poi sommato agli altri valori normalizzati per calcolare la media⁸⁸:

$$MNCS = \frac{\sum_{i=1}^p \frac{C_i}{S_i}}{p} = \frac{\frac{C_1}{S_1} + \frac{C_2}{S_2} + \dots + \frac{C_p}{S_p}}{p}$$

Il calcolo sui tre articoli dell'esempio verrebbe modificato, quindi, nel modo seguente:

⁸⁷ Jonas Lundberg, *Lifting the crown – citation z-score*, «Journal of Informetrics», 1 (2007), n. 2, p. 145-154; Tobias Ophof; Loet Leydesdorff, *Caveats for the journal and field normalizations in the CWTS ('Leiden') evaluations of research performance*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 423-430.

⁸⁸ Ludo Waltman [et al.], *Towards a new crown indicator. Some theoretical considerations*, «Journal of Informetrics», 5 (2011), n. 1, p. 37-47.

$$MNCS = \frac{\sum_{i=1}^p \frac{C_i}{S_i}}{p} = \frac{\frac{4}{5} + \frac{7}{4} + \frac{8}{12}}{3} = \frac{0,800 + 1,750 + 0,667}{3} = 1,072$$

In Tabella 2 sono calcolati sia il vecchio che il nuovo *crown indicator* per lo stesso set di 6 pubblicazioni impiegate in Tabella 1. Nell'ultima colonna sono riportati i valori medi S_i nel caso più semplice di riviste assegnate in WoS a una sola *subject category*. Il recupero dei valori attesi a livello della rivista o della *subject category* è, in generale, un'operazione molto laboriosa se si parte dalle versioni base di WoS e Scopus. Ecco perché sia Thomson Reuters che Elsevier affidano il calcolo dei valori attesi agli strumenti analitici avanzati *InCites* e *SciVal*.

Publicazione	Tipo	Anno	Rivista	Categoria WoS	C_i	S_i
Publicazione 1	Article	2002	Ecol Lett	Ecology	24	6,134
Publicazione 2	Review	2003	J Appl Ecol	Ecology	13	21,918
Publicazione 3	Article	2005	Agron J	Agronomy	4	3,882
Publicazione 4	Article	2007	Adv Atmos Sci	Meteorology	7	7,403
Publicazione 5	Article	2006	Liq Cryst	Crystallography	8	3,152
Publicazione 6	Review	2008	Annu Rev Biophys	Biophysics	58	22,086

Tabella 2 – Dati WoS per il calcolo di un indicatore normalizzato al livello del campo di ricerca per un ipotetico set di 6 pubblicazioni di diversa area tematica. C_i è il numero di citazioni ricevute nei tre anni successivi a quello di pubblicazione dalla i -esima pubblicazione. S_i è la media delle citazioni ricevute a livello internazionale dalla stessa tipologia di pubblicazioni, nella stessa area, lungo lo stesso arco di tempo (autocitazioni qui incluse, ma andrebbero eliminate).

$$\frac{CPP}{FCSm} = \frac{\sum_{i=1}^p C_i}{\sum_{i=1}^p S_i} = \frac{24+13+4+7+8+58}{6,134+21,918+3,882+7,403+3,152+22,086} = 1,765$$

$$MNCS = \frac{\sum_{i=1}^p \frac{C_i}{S_i}}{p} = \frac{\frac{24}{6,134} + \frac{13}{21,918} + \frac{4}{3,882} + \frac{7}{7,403} + \frac{8}{3,152} + \frac{58}{22,086}}{6} = 1,941$$

Gli indicatori relativi sono facili da interpretare perché spostano l'obiettivo dell'analisi dal confronto dei numeri grezzi di citazioni di due gruppi di articoli al confronto delle citazioni di ciascun gruppo con quelle di un appropriato insieme di riferimento: un valore maggiore (minore) di 1 significa un impatto superiore (inferiore) alla media dell'impatto esercitato a livello internazionale dagli articoli simili per età, tipologia e rivista (o settore) di provenienza a quelli da valutare. D'altra parte, appellandosi a medie aritmetiche nel calcolo dello standard di riferimento, gli indicatori normalizzati in stile ungherese/olandese ignorano la scarsa reputazione di cui godono le misure di tendenza centrale nell'universo asimmetrico delle distribuzioni bibliometriche. Questo limite ha spianato la strada a sistemi di normalizzazione, esaminati nel paragrafo seguente, che si basano sui ranghi percentili. Entrambe le tecniche, comunque, sono largamente usate e raccomandate a livello internazionale, come testimonia il progetto delle *Snowball Metrics*, nato di recente dalla *partnership* tra Elsevier e alcune prestigiose università britanniche (<www.snowballmetrics.com>).

C) Ranghi percentili

Uno dei difetti degli indicatori normalizzati in stile ungherese/olandese, l'impiego di medie aritmetiche, viene meno ricorrendo al sistema dei ranghi percentili, già largamente diffuso in psicologia per la standardizzazione dei punteggi dei test⁸⁹. Abbiamo già incontrato i percentili in § 3.3 studiando la distribuzione degli *IF* delle riviste nelle varie *subject categories*. Il percentile di una distribuzione di punteggi osservati è il valore al di sotto del quale cade una

⁸⁹ L. Bornmann, *Towards an ideal method of measuring research performance. Some comments to the Opthof and Leydesdorff (2010) paper*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 441-443.

data percentuale dei restanti valori. In modo equivalente, il rango percentile (*percentile rank*) di un punteggio è la percentuale dei valori che sono inferiori o uguali a esso nell'ambito della distribuzione dei punteggi osservati. Ad esempio, uno studente che abbia superato un test collocandosi al 92° percentile ha ottenuto un punteggio migliore (o pari) rispetto al 92% degli altri studenti che hanno sostenuto lo stesso test (i bibliometristi preferiscono dire che si è collocato nel 10% superiore della distribuzione dei punteggi). Come si applica questo schema all'analisi delle citazioni?

Dati i due gruppi eterogenei di articoli P_A e P_B da confrontare:

- 1) si guarda alla posizione relativa occupata dal numero di citazioni di ciascun articolo all'interno della distribuzione delle citazioni di tutti gli articoli simili (per tipologia e anno di pubblicazione) classificati nella stessa *subject category*;
- 2) si calcola, per P_A e P_B , il numero di articoli il cui *citation score* appartiene al $x\%$ (ad esempio 1%, 5%, 10%, ecc.) superiore della distribuzione;
- 3) il gruppo 'migliore' è quello con una percentuale maggiore di articoli meglio posizionati nelle rispettive classifiche di articoli simili per tipologia, età e argomento.

Uno dei vantaggi dei percentili in bibliometria – a detta dei sostenitori – è la possibilità di adottare test statistici non parametrici per stabilire se i punteggi osservati sono al di sopra o al di sotto dei valori attesi e se, malgrado l'asimmetria delle distribuzioni di citazioni, le differenze tra due unità oggetto di valutazione (autori, riviste, istituzioni) sono statisticamente significative. Le classi percentili sono ormai uno strumento standard all'interno delle piattaforme commerciali di analisi bibliometrica a livello istituzionale quali *InCites* e *SciVal*. Il servizio *Essential Science Indicators (ESI)* di Thomson Reuters, inoltre, rielabora i dati di WoS per identificare e classificare i più citati tra articoli, riviste, scienziati, istituti di ricerca e nazioni lungo un arco di 10 anni in 22 settori disciplinari. A ogni settore è associata una tabella che indica, per ogni anno, il numero minimo di citazioni necessarie affinché un articolo pubblicato in quel settore rientri in una delle seguenti classi percentili: 0,01%, 0,1%, 1%, 10%, 20% e 50%. Ciò permette di sapere, ad esempio, se il numero di citazioni ricevute da un articolo di biologia pubblicato nel 2010 colloca quell'articolo tra lo 0,01%, 0,1%, ecc., degli articoli più citati nella sua categoria per quell'anno.

Il calcolo dei ranghi percentili è un'operazione apparentemente banale. Come spesso accade in bibliometria, però, quando viene

applicato a situazioni reali produce risultati difficili da interpretare. Consideriamo, ad esempio, il caso puramente teorico di un articolo, appartenente a una certa *subject category*, che viene citato 92 volte. Supponiamo anche che gli articoli dello stesso tipo pubblicati nello stesso anno e classificati nella stessa *subject category* siano in totale 100 e abbiano una distribuzione ideale di citazioni del tipo 100, 99, 98,..., 3, 2, 1, 0. In tal caso, si potrebbe concludere con certezza che l'articolo di partenza appartiene al 92° percentile, cioè il 92% degli articoli nella sua categoria ha un punteggio uguale o inferiore. Oppure, come da consuetudine nelle valutazioni, si potrebbe assegnare quell'articolo al 10% superiore della distribuzione degli articoli della sua categoria. Una situazione del genere, tuttavia, non si verifica mai nella realtà perché, oltre a essere composte da valori discreti, le distribuzioni empiriche di citazioni sono caratterizzate dalla presenza di molti valori ripetuti (*ties*) che rendono ambigua l'assegnazione di un punteggio a una classe percentile.

Facciamo un altro esempio, decisamente più realistico del precedente: un settore di ricerca composto da 100 pubblicazioni di cui 4 sono citate 90 volte, 7 sono citate 80 volte e tutte le rimanenti 0 volte. Senza dubbio le 4 pubblicazioni con 90 citazioni appartengono al *top 10%* degli articoli più citati nella loro categoria, ma come comportarsi con le 7 pubblicazioni con 80 citazioni? Si può decidere di ammetterle tra i *10% top cited articles*, ma in tal caso ci sarebbero $7+4=11\%$ *top cited articles* che appartengono al gruppo dei *10% top cited articles*. Diversamente, si può decidere di non ammetterle e di considerare tra i *10% top cited articles* solo le prime 4 pubblicazioni con 90 citazioni. In questo caso ci sarebbero solo 4% *top cited articles* che appartengono al gruppo dei *10% top cited articles*. Se si confrontassero gli articoli prodotti in due campi di ricerca scegliendo la prima via per l'uno, la seconda per l'altro, allora un gruppo attivo nel primo settore sarebbe ingiustamente avvantaggiato perché avrebbe la possibilità di piazzare più articoli tra i *10% top cited*.

Anche qui la bibliometria può fornire diverse soluzioni, nessuna definitiva⁹⁰. In Tabella 3 viene riportato il calcolo dei percentili per

⁹⁰ Due rassegne molto utili si trovano in L. Bornmann; L. Leydesdorff; Rüdiger Mutz, *The use of percentiles and percentile rank classes in the analysis of bibliometric data. Opportunities and limits*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 1, p. 158-165; L. Waltman; Michael Schreiber, *On the calculation of percentile-based bibliometric indicators*, «Journal of

un ipotetico set di $N=9$ articoli optando per 3 soluzioni possibili (ce ne sono altre).

Rank	Citazioni	Rank medio	Percentili 1 (i/N)*100	Percentili 2 ($i-0,5/N$)*100	Percentili 3 (P100)
9	20	8,5	94,444%	88,889%	100%
8	20	8,5	94,444%	88,889%	
7	16	6,5	72,222%	66,667%	80%
6	16	6,5	72,222%	66,667%	
5	12	5	55,556%	50%	60%
4	7	3,5	38,889%	33,333%	40%
3	7	3,5	38,889%	33,333%	
2	1	2	22,222%	16,667%	20%
1	0	1	0	0	0

Tabella 3 – Calcolo dei ranghi percentili secondo tre sistemi diversi per un ipotetico set di 9 pubblicazioni.

I 9 articoli sono classificati in ordine decrescente di citazioni e occupano le posizioni in classifica $i=9$, $i=8$, $i=7$, e così via fino all'ultima $i=1$. Alcuni numeri di citazioni si ripetono lungo la scala, perciò, prima di procedere al calcolo dei percentili, alcuni autori sostituiscono la media dei ranghi ai ranghi originari in corrispondenza dei valori ripetuti. Ad esempio, per i primi due articoli con 20 citazioni, si sostituiscono i ranghi 9 e 8 con $(9+8)/2=8,5$. Si stabilisce poi di assegnare *percentile rank*=0 agli articoli con 0 citazioni e si procede al calcolo dei percentili. Uno dei sistemi di calcolo più diffusi applica la formula $(i/N)*100$ (colonna «Percentili 1»): si suddivide il rango di ciascun articolo per il numero totale N di articoli e si moltiplica il risultato per 100. Così facendo, ad esempio, i primi due arti-

the American Society for Information Science and Technology», 64 (2013), n. 2, p. 372-379.

coli con 20 citazioni avrebbero rango percentile pari a $(8,5/9)*100=94,444\%$, il terzo e il quarto avrebbero rango percentile pari a $(6,5/9)*100=72,222$, e così via. Un altro sistema, esemplificato nella colonna «Percentili 2», rettifica il precedente per quel tanto che basta a far ricadere almeno la mediana della distribuzione, cioè l'articolo con 5 citazioni, in corrispondenza del 50° percentile: la formula in questo caso è $(i-0,5/N)*100$. Un terzo sistema, chiamato «P100» dagli autori che lo hanno proposto, è illustrato nella colonna «Percentili 3»: consiste nel settare a 0 e 100, rispettivamente, il valore più alto e quello più basso e nel considerare, ai fini del calcolo dei ranghi percentili intermedi, solo i valori unici di citazioni tralasciando le ripetizioni di uno stesso valore⁹¹. Va sottolineato che l'uso dei percentili negli esempi in tabella, e più in generale presso la comunità dei bibliometristi, viola alcune regole consolidate: non esistono, di norma, i ranghi percentili 0 e 100 (il minimo è 1, il massimo 99), né sono ammesse con i percentili operazioni matematiche di base, come la media, che non pongono alcun problema con i numeri grezzi.

Un'applicazione interessante dei ranghi percentili si trova nell'ambito del sistema di valutazione delle pubblicazioni dei dipartimenti universitari e degli enti di ricerca italiani allestito in occasione dell'esercizio nazionale di valutazione della ricerca (VQR 2004-2010), i cui risultati sono stati presentati ufficialmente il 16 luglio 2013⁹². Per i settori scientifico-disciplinari nei quali la pubblicazione su rivista rappresenta il canale principale o comunque un canale importante di comunicazione – scienze fisiche, chimiche e matematiche, scienze della terra, biologia, medicina, scienze agrarie e veterinarie, informatica e gran parte dei settori riconducibili all'ingegneria – la valutazione tramite *peer review* è integrata da un'analisi bibliometrica proiettata lungo due dimensioni: il numero di citazioni del singolo articolo in WoS (o Scopus) e l'impatto della rivista di provenienza. Entrambi i valori sono normalizzati utilizzando il sistema dei percentili, cioè confrontando l'impatto del sin-

⁹¹ L. Bornmann; L. Leydesdorff; Jian Wang, *Which percentile-based approach should be preferred for calculating normalized citation impact values? An empirical comparison of five approaches including a newly developed citation-rank approach (P100)*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 4, p. 933-944.

⁹² Tutta la documentazione relativa alla VQR si trova nella sezione omonima del sito dell'ANVUR (<www.anvur.it>).

golo articolo (rivista) con quello di tutti gli articoli (riviste) dello stesso anno classificati nella stessa categoria di un database bibliometrico, sia essa la *Subject Category* di WoS o la classe corrispondente della *ASJC* di Scopus (nel caso degli articoli si distinguono i *research articles* dalle *reviews*). Le classi di merito sono individuate suddividendo la distribuzione delle citazioni degli articoli (riviste) all'interno di ciascuna categoria in 4 gruppi: il 20% superiore di *top cited* (classe A=eccellente); il successivo 20% (classe B = buono); il successivo 10% (classe C = accettabile) e il rimanente 50% (classe D = limitato). Nell'area medica, ad esempio, si utilizza WoS per il conteggio delle citazioni e l'*IF* per la stima dell'impatto delle riviste. Quando i due indicatori danno informazioni discordanti sulla classe di merito di un articolo, subentra un algoritmo che, a seconda della data di pubblicazione e dell'entità della discordanza, privilegia l'*IF* della rivista o indirizza l'articolo alla *peer review*⁹³. Purtroppo, però, non sono fornite informazioni sufficienti su come effettuare il calcolo dei ranghi percentili nelle distribuzioni di citazioni (e di *IF*), quindi il bibliotecario che volesse aiutare i docenti del proprio dipartimento a identificare le pubblicazioni meglio collocate nelle rispettive *subject categories* potrebbe fornire solo delle risposte approssimate rispetto a soluzioni – a loro volta approssimate, ancorché ignote – di un problema che, come abbiamo visto, può essere risolto in modi diversi, nessuno 'giusto' per definizione.

3.4.2. Normalizzazione a priori: SNIP e conteggio frazionario delle citazioni

Nella normalizzazione *a priori* si rovescia la prospettiva rispetto a quella *a posteriori*. Ora il focus non è sulla distribuzione delle citazioni ricevute da un gruppo di articoli simili a quelli da valutare, ma sulla distribuzione delle *cited references* nelle bibliografie delle pubblicazioni che citano (assieme a tanti altri) gli articoli da valutare. Di conseguenza, lo standard di riferimento o valore atteso è rappresentato non più dal numero medio di citazioni (*citations*) ricevute da un set di articoli appartenenti alla stessa rivista o *subject category*, ma dal potenziale di citazione (*citation potential*), ovvero dalla densità

⁹³ Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR), *VQR 2004-2010. Criteri per la valutazione dei prodotti di ricerca. Gruppo di Esperti della Valutazione dell'area 06 Scienze Mediche (GEV06)*, <www.anvur.org/attachments/article/84/gev06_criteri.pdf>.

dei riferimenti bibliografici (*references*) delle pubblicazioni citanti. Il senso di tale ribaltamento di prospettiva è intuitivo: se un documento *A* è citato da documenti che contengono molti riferimenti bibliografici, è verosimile che appartenga a un campo di ricerca ad alto potenziale di citazione in cui è più alta la probabilità di essere citati (ad esempio, biologia molecolare); al contrario, se un documento *B* è citato da pubblicazioni con bibliografie brevi, è verosimile che appartenga a un campo di ricerca con basso potenziale di citazione nel quale è più bassa la probabilità di essere citati (ad esempio, matematica). Per confrontare le citazioni di *A* e *B* in sede di valutazione bisogna allora normalizzarle in modo da diminuire il peso di quelle ricevute da *A* (è più facile essere citati quando ci sono tanti riferimenti bibliografici a disposizione) e aumentare il peso di quelle ricevute da *B* (le citazioni di *B* valgono di più proprio perché ve ne sono poche disponibili).

La normalizzazione condotta direttamente sulle *cited references* deriva, al pari dell'*IF*, da un'intuizione di Garfield e rappresenta, secondo alcuni bibliometristi, una valida soluzione al problema di assegnare pesi diversi alle citazioni a seconda dei settori di ricerca. Si può normalizzare *a priori* in vari modi, a seconda che le citazioni siano contate in modo frazionario o non frazionario, e che il conteggio avvenga al livello del singolo articolo, della rivista, o di un aggregato di articoli appartenenti alla stessa area di ricerca. Vediamo due esempi di indicatori costruiti mediante la normalizzazione *a priori* al livello della rivista: lo *SNIP* e l'*IF* frazionario.

A) *SNIP*

Lo *SNIP*, ideato da Henk Moed⁹⁴, è un indicatore normalizzato dell'impatto delle riviste sviluppato in orbita CWTS e reso disponibile, sin dal 2010, per tutte le riviste indicizzate in Scopus sia attraverso la funzione *Journal Analytics* interna al database che gratuitamente su <www.journalmetrics.com> e <www.journalindicators.com>. Lo *SNIP* si differenzia da altre metriche perché calibra la misura dell'impatto di una rivista non soltanto sulle consuetudini bibliografiche del settore di ricerca di cui fa parte, ma anche sul contesto del database utilizzato. Il potenziale di citazione, infatti, dipende tanto dalla densità dei riferimenti bibliografici prodotti quanto dal grado di copertura di quel

⁹⁴ H. F. Moed, *Measuring contextual citation impact of scientific journals*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 265-277.

settore nel database utilizzato per il calcolo. La definizione dell'indicatore non fa appello ad alcuna classificazione preconfezionata di riviste e *subject fields*. L'area tematica di una rivista in un certo anno è definita, in modo dinamico, come la collezione di pubblicazioni dello stesso anno che citano almeno un articolo uscito sulla rivista.

Al pari di altri indicatori relativi, lo *SNIP* per una data rivista *J* è un rapporto tra numero di citazioni effettivamente ricevute e numero di citazioni attese:

$$SNIP_J = \frac{\text{Impatto grezzo per articolo di } J}{\text{Potenziale relativo di citazione del database}}$$

L'impatto grezzo per articolo (*RIP=Raw Impact per Paper*) al numeratore ha una definizione simile a quella dell'*IF*: è il numero medio di citazioni ricevute in un dato anno dagli articoli pubblicati su *J* nei tre anni (anziché due) precedenti. La quantità al denominatore, chiamata potenziale di citazione relativo del database (*RDCP=Relative Database Citation Potential*), caratterizza invece la lunghezza media delle bibliografie degli articoli nell'area di ricerca di cui *J* fa parte (vale a dire, in base alla definizione, degli articoli che citano la rivista *J*). Il calcolo del denominatore per lo *SNIP* di una generica rivista *J* si effettua in 4 passaggi. Ad esempio, per lo *SNIP* 2011:

- 1) Si recuperano in Scopus tutte le pubblicazioni che nel 2011 contengono almeno un riferimento bibliografico ad articoli usciti su *J* nei 10 anni precedenti, in modo da delimitare l'area di ricerca della rivista.
- 2) Si estraggono dalle *cited references* delle pubblicazioni recuperate al punto precedente tutti i riferimenti bibliografici (tutti, non solo quelli indirizzati alla rivista oggetto di valutazione) che puntano a pubblicazioni degli anni 2010, 2009, 2008 indicizzate in Scopus.
- 3) Si calcola la media delle *cited references* vecchie di 3 anni nel campo di ricerca della rivista *J* dividendo il numero di riferimenti estratti al punto precedente per il totale dei *citing articles*: si ottiene così il potenziale di citazione del database (*DCP=Database Citation Potential*) in relazione al campo di ricerca della rivista *J*.
- 4) Si ricava il potenziale di citazione relativo del database dividendo il potenziale di citazione del database calcolato al punto precedente

per il valore mediano della distribuzione di potenziali di citazione di tutte le riviste indicizzate in Scopus.

Quindi il potenziale di citazione relativo del database è a sua volta un rapporto in cui il numeratore rappresenta la media dei riferimenti bibliografici ad articoli vecchi di tre anni disponibili in Scopus per l'area di ricerca della rivista *J*, mentre la quantità al denominatore è tale che il 50% delle riviste in Scopus ha un potenziale di citazione superiore e l'altro 50% un potenziale inferiore. A partire dal 2012, il calcolo dello *SNIP* è stato aggiornato e l'originaria definizione di potenziale relativo di citazione del database è stata abbandonata a favore di un meccanismo di normalizzazione più complesso che tiene conto non solo del numero di *cited references* negli articoli citanti, ma anche delle caratteristiche bibliografiche delle riviste di cui quegli articoli fanno parte⁹⁵. L'effetto globale della normalizzazione resta, comunque, quello di far pesare maggiormente le citazioni nei settori dove si cita poco e che sono meno coperti dal database. Bassa densità di *cited references* e bassa copertura in un settore implicano, infatti, basso potenziale di citazione del database, cioè un minor numero di citazioni potenzialmente disponibili per le pubblicazioni di quel settore. Basso potenziale di citazione del database implica, a sua volta, un valore di *SNIP* più alto a parità di numero grezzo di citazioni ricevute.

Un esempio può aiutare a comprendere come funziona la normalizzazione in pratica: l'*IF* 2011 della rivista *Nature Reviews Genetics* (38,075) supera di quasi un ordine di grandezza quello del *Journal of the American Mathematical Society* (3,841), ma lo *SNIP* 2011 della prima (3,565) è addirittura inferiore rispetto a quello della seconda (4,127) poiché, a differenza dell'*IF*, lo *SNIP* contestualizza l'impatto delle due riviste in relazione alla quantità di riferimenti bibliografici disponibili e alla copertura di Scopus nei settori della genetica e della matematica. A partire dal 2013, il CWTS ha arricchito lo *SNIP* con l'indicazione degli intervalli di stabilità (*stability intervals*), calcolati mediante una tecnica statistica chiamata *bootstrapping*, che indicano il grado di affidabilità dell'indicatore. Ad esempio, lo *SNIP* 2012 della rivista *CA: A Cancer Journal for Clinicians* è 52,919, più del triplo di quello del *New England Journal of Medicine*, ma il primo ha un intervallo di stabilità enorme rispetto al secondo, quindi c'è

⁹⁵ L. Waltman [et al.], *Some modifications to the SNIP journal impact indicator*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 2, p. 272-285.

un'alta probabilità che subisca fluttuazioni significative nel corso del tempo (<www.journalindicators.com/methodology>).

A differenza dell'*IF*, lo *SNIP* conta solo citazioni da e per materiali *peer reviewed* (*research articles*, *reviews* e *conference papers*) sia al numeratore che al denominatore. Nondimeno, al pari di tutti gli altri indicatori scientometrici, ha una serie di limiti strutturali che ne sconsigliano l'uso acritico: non elimina le autocitazioni; è influenzato dalla tipologia degli articoli (le riviste biomediche che pubblicano molte *reviews*, ad esempio, sono favorite) e dal tasso di crescita della letteratura nei vari settori di ricerca; non tiene conto della misura in cui gli articoli di un settore sono citati da articoli di altri settori né della percentuale di articoli che, pur appartenendo allo stesso settore della rivista da valutare, non la citano. Infine, essendo un rapporto di valori medi, lo *SNIP* si espone alla minaccia degli *outliers* che incombono sin dalle origini sulla validità di tutte le metriche applicate alla valutazione della scienza.

B) *IF* frazionario

Il conteggio frazionario delle citazioni al livello del singolo articolo, usato in orbita ISI sin dalla metà degli anni Ottanta, consiste nel suddividere ogni citazione ricevuta da una pubblicazione per il numero di riferimenti bibliografici dell'articolo citante. È come se ogni articolo citante avesse un potere di voto complessivamente uguale a 1 e dividesse il voto equamente tra tutte le pubblicazioni che elenca in bibliografia⁹⁶. La somma dei punteggi frazionari così calcolati rappresenta il numero normalizzato di citazioni per la pubblicazione da valutare. In generale, il numero normalizzato C_A di citazioni ricevute dalla pubblicazione A è dato da:

$$C_A = \sum_{i=1}^p \frac{1}{r_i} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_i} + \dots + \frac{1}{r_p}$$

dove p è il numero complessivo di citazioni ricevute da A ed r_i è il numero di riferimenti bibliografici dell'articolo da cui proviene l' i -

⁹⁶ H. G. Small; E. Sweeney, *Clustering the Science Citation Index using co-citations. 1. A comparison of methods*, «*Scientometrics*», 7 (1985), n. 3-6, p. 391-409.

esima citazione. Se, ad esempio, *A* riceve tre citazioni provenienti rispettivamente dagli articoli B_1 , B_2 , B_3 e se le bibliografie dei tre articoli citanti contengono rispettivamente 5, 7, 9 riferimenti bibliografici allora:

$$C_A = \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \frac{1}{9} = 0,454$$

Se la pubblicazione *A* dell'esempio è una rivista e se il conteggio frazionario è esteso a tutte le citazioni ricevute dalla rivista lungo un intervallo predefinito di tempo, allora il rapporto tra la somma delle citazioni pesate in modo frazionario e il numero di articoli usciti sulla rivista nello stesso intervallo restituisce un *IF* normalizzato al livello del singolo articolo con caratteristiche ben diverse da quelle dall'*IF* di Garfield⁹⁷. Il meccanismo di normalizzazione dell'indicatore è simile a quello utilizzato per lo *SNIP*, dal quale si differenzia per un particolare non secondario: anziché calcolare in anticipo la media delle *cited references* da utilizzare come denominatore nel rapporto tra citazioni ricevute e riferimenti bibliografici disponibili in un settore di ricerca, si corregge prima il peso di ogni citazione in rapporto al potenziale di citazione (numero di *cited references*) del singolo articolo citante, quindi si calcola la media dei valori normalizzati. Se lo *SNIP* è un rapporto di valori medi, l'*IF* frazionario è una media di rapporti. Secondo i fautori del conteggio frazionario, questa soluzione ha diversi vantaggi rispetto allo *SNIP*. In particolare, oltre a rispettare l'ordine delle operazioni (la divisione prima dell'addizione), il conteggio frazionario permette di lavorare direttamente su distribuzioni di citazioni 'pesate' le cui differenze possono essere sottoposte a test standard di significatività statistica⁹⁸.

Nessun indicatore è perfetto: oltre a non tenere conto degli articoli che appartengono allo stesso settore di ricerca della rivista da valutare senza citarla, l'*IF* frazionario vincola il potenziale di citazione alla variabilità delle bibliografie individuali, ma non esiste, secondo alcuni,

⁹⁷ L. Leydesdorff; T. Opthof, *Scopus's Source Normalized Impact per Paper (SNIP) versus a Journal Impact Factor based on fractional counting of citations*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 61 (2010), n. 11, p. 2365-2369.

⁹⁸ *Id.*, *Normalization at the field level. Fractional counting of citations*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 4, p. 644-646.

una giustificazione teoretica plausibile del fatto che, nel definire un campo di ricerca, le citazioni provenienti da un articolo con molti riferimenti bibliografici valgono meno di quelle di un articolo con poca bibliografia⁹⁹. In gran parte, qui come nel caso dello *SNIP*, le difficoltà dipendono dal desiderio di far recitare alle citazioni bibliografiche un ruolo sin troppo impegnativo nello svolgimento automatico di un compito, come quello della classificazione delle aree del sapere, che rappresenta una sfida aperta per scienziati e bibliotecari perlomeno dai tempi di Platone e Aristotele.

3.4.3. Normalizzazione in stile PageRank: EingenFactor e SJR

Il monopolio di Google sul mercato dei motori di ricerca si spiega anche con l'efficacia dell'algoritmo *PageRank* impiegato per definire l'ordine di priorità nella visualizzazione dei risultati. Il *PageRank* si avvale di una formula ricorsiva basata sulla teoria probabilistica dei processi di Markov per assegnare un peso alle pagine web in funzione del numero di link ricevuti. La popolarità di una pagina è determinata dal numero di pagine che contengono un link ad essa. Il numero grezzo però non basta, è la posizione della pagina nella rete globale degli hyperlink a definirne lo status o, nel gergo della *network analysis*, la 'centralità' (*eigenvector centrality*). A parità di link in entrata, infatti, l'algoritmo assegna un peso maggiore alle pagine che ricevono link dalle pagine a loro volta più popolari, cioè con valore di *PageRank* più alto. Pertanto, se si equipara un link a un voto di fiducia, i voti provenienti da chi gode già di maggiore fiducia valgono di più rispetto ai voti di chi è meno votato o vota per la prima volta. Questo modello, ampiamente utilizzato nell'analisi delle reti sociali ben prima della nascita del Web, fu applicato alla classificazione delle riviste da Narin e Pinski negli anni Settanta, e sta tuttora vivendo una seconda giovinezza negli algoritmi di conteggio delle citazioni alternativi o complementari all'*IF*, due dei quali meritano particolare attenzione: *EF* e *SJR*.

L'*EF*, ideato da un team dell'Università di Washington sotto la guida di Carl Bergstrom, misura l'impatto globale di una rivista sommando il numero di citazioni ricevute, in un dato anno, dagli articoli che essa ha pubblicato nei cinque anni precedenti (autocitazioni escluse). Le

⁹⁹ H. F. Moed, *The Source Normalized Impact per Paper is a valid and sophisticated indicator of journal citation impact*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 62 (2011), n. 1, p. 211-213.

citazioni sono pesate mediante un algoritmo analogo al *PageRank*: quelle provenienti da riviste molto citate valgono di più di quelle provenienti da riviste con basso impatto¹⁰⁰. L'indicatore, calcolato sul set delle riviste indicizzate in WoS a partire dal 2007, può essere recuperato sia dal JCR che gratuitamente su <www.eigenfactor.org>. L'*EF* normalizza l'impatto per differenze di potenziale di citazione tra campi di ricerca (dove si cita di più il valore di ogni singola citazione conta meno), ma non corregge l'effetto della dimensione delle riviste sul numero di citazioni. Associato con l'*EF* si trova sempre, pertanto, anche l'*AI*, che rappresenta l'impatto dell'articolo medio di una rivista in un dato anno. L'*AI* è ottenuto dividendo l'*EF* per il numero di articoli che la rivista ha pubblicato lungo i cinque anni precedenti, normalizzato in rapporto agli articoli pubblicati su tutte le riviste del JCR nello stesso intervallo di tempo. La normalizzazione fa sì che l'articolo medio in tutto il JCR abbia $AI=1$. Di conseguenza, se una rivista ha $AI>1$, i suoi articoli hanno un impatto superiore a quello dell'articolo medio delle riviste incluse nel JCR, se $AI<1$ vale il contrario. L'*AI* rappresenta l'analogo *PageRank* dell'*IF* di Garfield, quindi il confronto tra gli *EF* di due riviste di dimensioni diverse può avvenire soltanto tramite i rispettivi valori di *AI*. A titolo di esempio, consideriamo nuovamente le riviste *Nature Reviews Genetics* e *Journal of the American Mathematical Society*. L'*AI* 2011 della prima (16,961) è circa il triplo di quello della seconda (5,343), mentre abbiamo visto nel paragrafo precedente che i loro *SNIP* 2011 sono simili, con il primo addirittura leggermente inferiore al secondo: evidentemente esistono più riviste di prestigio (citate da riviste dotate a loro volta di alto *AI*) che citano la prima nel settore della genetica di quante ve ne siano che citano la seconda nel settore della matematica.

L'indicatore *SJR* è sviluppato dal gruppo SCImago, formato da bibliometricisti delle università di Granada, Extremadura, Madrid (Carlos III), Alcalá de Henares, Oporto e del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) spagnolo. *SJR*, costruito sui dati di Scopus, ripropone una variante del *PageRank* per calcolare la visibilità delle riviste. Al pari dello *SNIP* e dell'*EF*, corregge la variabilità di potenziale di citazione nei diversi settori di ricerca. A differenza dell'*EF*, usa una finestra di tre anni per il calcolo e fissa una soglia massima per le autocitazioni senza eliminarle completa-

¹⁰⁰ Carl T. Bergstrom, *Eigenfactor. Measuring the value and prestige of scholarly journals*, «C&RL News», 68 (2007), n. 5, p. 314-316.

mente. L'indicatore può essere recuperato per le riviste Scopus sia attraverso la funzione *Journal Analytics* interna al database che gratuitamente su <www.scimagojr.com> e <www.journalmetrics.com>. Il confronto tra le distribuzioni dei valori di *SJR* e di una versione *ad hoc* dell'*IF* per tutte le riviste Scopus nell'anno 2007 ha rivelato che, pur essendo fortemente correlate, le due misure forniscono informazioni diverse sullo status di una rivista. Come lecito attendersi, ci sono meno riviste di prestigio di quante ce ne siano d'impatto poiché alcune riviste ad alto impatto ricevono molte citazioni da riviste poco citate. Inoltre, laddove in settori come biochimica, biologia molecolare e genetica il ranking delle riviste non varia in maniera significativa utilizzando l'uno o l'altro indicatore, nell'ambito della *computer science* le differenze appaiono sostanziali¹⁰¹. Anche l'indicatore *SJR*, come lo *SNIP*, è entrato in fase 2 di recente, con un algoritmo perfezionato che sfrutta l'analisi delle cocitazioni per assegnare più peso alle citazioni provenienti da riviste affini per argomento¹⁰². Al di là dei dettagli relativi alla loro evoluzione tecnica, comunque, il senso in cui *SJR* e *EF* possono contribuire alla valutazione delle riviste è facile da intuire: man mano che la copertura dei database bibliometrici aumenta con l'innesto di fonti periferiche in termini di visibilità e prestigio internazionale, bisogna compensare in qualche modo l'inflazione di riferimenti bibliografici disponibili sulla piazza con un meccanismo capace di far emergere una gerarchia interna alla stessa rete bibliografica. Gli indicatori in stile *PageRank* segnalano l'esistenza di tale gerarchia allo scopo di evitare che le riviste si trasformino in 'armi di citazione di massa'.

3.5. Valutazione a livello individuale: dal numero di citazioni all'indice *h* e derivati

Le prime analisi condotte sullo SCI da Garfield e Price mostravano che, sebbene il numero di citazioni abbia un significato 'qualitativo' indipendente dal numero di pubblicazioni (si può pubblicare tanto

¹⁰¹ Borja González-Pereira; Vicente P. Guerrero-Bote; Félix Moya-Anegón, *A new approach to the metric of journals' scientific prestige: the SJR indicator*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 379-391.

¹⁰² V. P. Guerrero-Bote; F. Moya-Anegón, *A further step forward in measuring journals' scientific prestige. The SJR2 indicator*, «Journal of Informetrics», 6 (2012), n. 4, p. 674-688.

senza essere mai citati), nella realtà i due indici tendono a essere correlati: ci vuole perseveranza, oltre che talento, per intraprendere una carriera scientifica di successo e dall'effetto combinato di talento e perseveranza deriva la capacità dei ricercatori molto citati di essere anche molto produttivi. Da qui l'interesse suscitato, negli ultimi anni, da indici bibliometrici capaci di sintetizzare in un unico numero entrambi gli aspetti della performance accademica.

3.5.1. L'indice di Hirsch

L'indicatore bibliometrico più popolare e discusso degli ultimi anni è l'indice di Hirsch o indice h , introdotto nel 2005 dal fisico di origini argentine Jorge E. Hirsch¹⁰³. Fautore di una teoria della superconduttività a basse temperature diversa da quella ufficiale e perciò ignorata dai *top journals*, Hirsch cercò un'alternativa ai sistemi di valutazione imperniati sull'*IF* che penalizzano sistematicamente l'impatto del genio individuale a favore di idee ortodosse consegnate a un nucleo ristretto di riviste. L'indice h gli sembrò allora una soluzione immediata ed elegante per restituire visibilità bibliometrica all'individuo. Uno scienziato ha indice di Hirsch= h se h suoi lavori sono stati citati almeno h volte, mentre i restanti lavori hanno ricevuto non più di h citazioni. Ad esempio, se un autore ha pubblicato 100 lavori, di cui i primi 3 più citati hanno ricevuto almeno 3 citazioni ciascuno, mentre i restanti 97 hanno ricevuto un numero di citazioni minore o uguale a 3, allora $h=3$. Se un autore ha pubblicato 500 lavori di cui uno solo ha ricevuto 1.000 citazioni mentre gli altri 499 non sono stati mai citati, allora $h=1$. Non basta scrivere pochi lavori molto influenti per avere un alto indice h , né giova pubblicare tanti articoli poco o mai citati. I due requisiti, produttività e impatto, devono essere soddisfatti contemporaneamente.

Il calcolo dell'indicatore è banale. Dato l'insieme delle pubblicazioni di un autore, si ordina la lista per numero decrescente di citazioni e si confrontano le posizioni in classifica (*ranks*) con i numeri di citazioni corrispondenti: l'indice h dell'autore è la più bassa posizione in classifica corrispondente alla pubblicazione con un numero di citazioni maggiore o uguale alla posizione stessa. Nella Tabella 4, riferita a un ipotetico autore di 6 articoli, solo le 3 più citate hanno

¹⁰³ Jorge E. Hirsch, *An index to quantify an individual's scientific research output*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 102 (2005), n. 46, p. 16569-16572.

ricevuto almeno 3 citazioni mentre la quarta in classifica è citata meno di 4 volte, quindi l'indice h dell'autore è pari a 3.

Rank	Articoli	Citazioni
1	Articolo 1	100
2	Articolo 2	16
3	Articolo 3	9
4	Articolo 4	3
5	Articolo 5	2
6	Articolo 6	0

Tabella 4 – Calcolo dell'indice h per un autore con 6 pubblicazioni.

Le pubblicazioni che contribuiscono al valore dell'indice – le prime tre nell'esempio della Tabella 4 – formano il nucleo dell' h (h core). Un aspetto critico dell'indice h è l'insensibilità a valori estremi: grazie alla stabilità dell' h core, l'autore di poche pubblicazioni molto citate avrà un h basso al pari dell'autore di molte pubblicazioni poco citate: una qualità apprezzabile se serve ad attenuare il peso del semplice numero di pubblicazioni nelle valutazioni, non altrettanto se limita in modo artificioso la quota di riconoscimento che un autore può attendersi dall'aver pubblicato pochi lavori molto influenti. Nella tabella precedente, ad esempio, sarebbe lecito sospettare che l'articolo citato 100 volte concentri gran parte del contributo innovativo fornito dall'autore e che, pertanto, il fatto di avere solo due ulteriori pubblicazioni che concorrono al valore dell' h imponga un limite arbitrario alla stima dell'importanza di quel contributo. Nell'ipotesi che i tre articoli più citati (e solo quelli) continuino a ricevere citazioni in virtù del loro peso scientifico, infatti, l'indice h resterebbe immutato. Per ricercatori giovani che non hanno ancora molte pubblicazioni all'attivo, questo è un problema serio. Ma il limite vale anche nel senso opposto: l'indice h non può diminuire, quindi se un ricercatore maturo smette di pubblicare può adagiarsi sugli allori dei vecchi lavori senza che la variazione si rifletta nell'indicatore. È evidente, infine, che l'indice h ha gli stessi difetti del numero di citazioni quando si confrontano autori che operano in settori diversi: l' h non è un indicatore normalizzato.

La macchina bibliometrica si è messa in moto, subito dopo la proposta di Hirsch, per esplicitarne le conseguenze sul piano teorico e applicativo. Il dibattito sull'argomento si è intensificato al punto da giustificare, già nel 2007, la pubblicazione di un numero speciale sull'*h index* nel neonato *Journal of Informetrics*¹⁰⁴. Alcuni hanno provato a derivare le proprietà dell'indice dagli stessi modelli matematici utilizzati per formalizzare le leggi empiriche di Lotka, Bradford e Zipf. Altri hanno cercato conferme sperimentali della convergenza tra l'*h* e indicatori bibliometrici tradizionali o tra l'*h* e i giudizi di *peer review*. Altri ancora hanno iniziato a calcolare indici *h* per oggetti diversi dal singolo ricercatore quali riviste, gruppi di ricerca, nazioni, argomenti. Ma il filone più ricco è senza dubbio quello delle proposte di correzioni o alternative all'*h index* utili a modificare la formulazione originaria per rimediare ai suoi difetti peggiori.

3.5.2. Correzioni e varianti dell'indice *h*

Non è possibile qui passare in rassegna tutte le soluzioni proposte in letteratura, ma solo illustrare alcuni esempi rappresentativi delle diverse tipologie di varianti¹⁰⁵.

A) Dare più peso agli *highly cited papers*: indici *g*, *R*, *h(2)*, *m*

L'indice *g*, al pari degli altri indici di questo gruppo, serve ad aumentare la sensibilità dell'*h* verso il potenziale innovativo dei pochi articoli molto citati all'interno dell'*h core*. L'autore di un set di articoli ha indice *g* se *g* è il più alto numero di articoli che hanno ricevuto in totale almeno *g*² citazioni¹⁰⁶. Per calcolarlo servono due ulteriori dati rispetto a quelli utilizzati nel calcolo dell'*h* in Tabella 4: il numero cumulativo di citazioni e il quadrato della posizione in classifica

¹⁰⁴ *Journal of Informetrics*, vol. 1 (2007), fascicolo 3.

¹⁰⁵ Due rassegne molto utili delle evoluzioni subite dall'indice *h* dopo il 2005 sono: Sergio Alonso [et al.], *h-index. A review focused in its variants, computation and standardization for different scientific fields*, «*Journal of Informetrics*», 3 (2009), n. 4, p. 273-289; L. Egghe, *The Hirsch index and related impact measures*, «*Annual Review of Information Science and Technology*», 44 (2010), n. 1, p. 65-114. Il primo articolo ha anche un *companion website*, raggiungibile all'URL <sci2s.ugr.es/hindex>, che offre una panoramica degli indicatori derivati dall'*h* unitamente ad una nutrita bibliografia di oltre 800 articoli (fino al 2011).

¹⁰⁶ *Id.*, *Theory and practice of the g-index*, «*Scientometrics*», 69 (2006), n. 1, p. 131-152.

($rank^2$). L'indice g è dato dalla posizione in classifica in corrispondenza della quale il numero cumulativo di citazioni è maggiore o uguale al quadrato della posizione stessa. Nell'esempio in Tabella 5, lo stesso autore dei 6 articoli che gli procuravano un indice $h=3$ ha un indice $g=11$: pur avendo pubblicato solo 6 articoli, l'impatto della sua produzione scientifica vale quanto quella di 11 articoli che, nel complesso, abbiano ricevuto almeno $11^2=121$ citazioni. Diversamente dall' h index, l'indice g cresce se il numero di citazioni degli articoli nell' h core aumenta oltre una certa soglia. Va osservato che, nel caso di autori poco produttivi come quello dell'esempio, è necessario ipotizzare l'esistenza di articoli fittizi con 0 citazioni (gli articoli 7, 8, 9, 10, 11, 12 in Tabella 5) per completare il calcolo dell'indicatore.

Esistono solo 6 pubblicazioni di Peter Ware Higgs, premio Nobel per la fisica nel 2013, indicizzate nello SCIE (1970-), con indice h pari a 3. Un risultato decisamente fuorviante rispetto al valore dello scienziato. Se però si prova a calcolare l'indice g dopo aver recuperato le migliaia di citazioni orfane, in particolare quelle ricevute dai tre articoli pubblicati da Higgs negli anni Sessanta su *Physical Review Letters*, *Physics letters* e *Physical Review*, si ottiene un valore di $g=63$ che è solo una prima approssimazione di quello che si otterrebbe consultando una versione più completa del database.

L'indice R è definito come la radice quadrata della somma di citazioni nell' h core¹⁰⁷:

$$R = \sqrt{\sum_{i=1}^h cit_i}$$

dove h è l'indice h e cit_i è il numero di citazioni dell' i -esimo articolo che contribuisce al valore dell' h . Con i dati della Tabella 4 avremmo:

$$R = \sqrt{100+16+9} = 11,180$$

Anche questo indicatore, come il g index, ha il pregio di crescere quando aumenta la quota di riconoscimento per gli articoli migliori

¹⁰⁷ BiHui Jin [et al.], *The R- and AR-indices. Complementing the h-index*, «Chinese Science Bulletin», 52 (2007), n. 6, p. 855-863.

scritti dall'autore. In aggiunta, è più facile da calcolare rispetto all'indice g .

Rank	Articoli	Citazioni	Cumulativo citazioni	Rank²
1	Articolo 1	100	100	1
2	Articolo 2	16	100+16=116	4
3	Articolo 3	9	116+9=125	9
4	Articolo 4	3	125+3=128	16
5	Articolo 5	2	128+2=130	25
6	Articolo 6	0	130+0=130	36
7	0	0	130	49
8	0	0	130	64
9	0	0	130	81
10	0	0	130	100
11	0	0	130	121
12	0	0	130	144

Tabella 5 – Calcolo dell'indice g per l'autore degli stessi articoli in Tabella 4.

L'indice $h(2)$ è il più alto numero naturale tale che le $h(2)$ pubblicazioni più citate nel curriculum dell'autore abbiano ricevuto almeno $h(2)^2$ citazioni¹⁰⁸. Nel caso dell'autore in Tabella 4, non c'è differenza tra h e $h(2)$ in quanto ci sono 3 articoli citati almeno $3^2=9$ volte ciascuno, quindi $h(2)=h=3$, ma in generale l'indice $h(2)$ è molto più selettivo dell' h . Basti pensare che, per raggiungere un $h(2)=10$, servono 10 articoli citati almeno $10^2=100$ volte ciascuno. Il vantaggio di questo indi-

¹⁰⁸ Marek Kosmulski, *A new Hirsch-type index saves time and works equally well as the original h-index*, «ISSI Newsletter», 2 (2006), n. 3, p. 4-6.

catore rispetto all' h è di tipo pratico: richiede meno controlli bibliografici perché si basa su un numero limitato di pubblicazioni molto citate.

L'indice m è il valore mediano di citazioni nell' h core¹⁰⁹. Nell'esempio in Tabella 4 si ha $m=16$. La mediana è preferita alla media poiché meno influenzata da valori estremi. Questo indicatore è usato, assieme ad altri, nella classificazione delle riviste all'interno del progetto *Google Scholar Metrics* (vedi § 2.2.3).

Gli indici visti sinora non sono normalizzati. Almeno in teoria, quindi, possono essere usati solo per confrontare autori simili in tutto e per tutto: stessa area disciplinare, stessa anzianità, stesso numero di autocitazioni, e così via. Nella pratica autori del genere non s'incontrano mai. Sono così apparse varianti dell' h index che correggono l'indice in modo da facilitare le valutazioni comparative. Le modifiche più facili da apportare riguardano l'età delle pubblicazioni (quoziente m , indice AR e indice h contemporaneo), il numero di coautori (indice h individuale) e le autocitazioni (h senza autocitazioni).

B) Normalizzare l'età: quoziente m , indice AR , indice h contemporaneo
Ipotizzato dallo stesso inventore dell'indice h nel suo articolo del 2005, il quoziente m o indice m (di Hirsch) serve a rendere confrontabili le performance di ricercatori con diversa anzianità accademica e si ottiene semplicemente dividendo l' h di ciascun autore per il numero y di anni a partire dalla sua prima pubblicazione indicizzata in un database bibliometrico:

$$\text{Quoziente } m = \frac{h}{y}$$

Nell'esempio della Tabella 4, se la pubblicazione più vecchia dell'autore è uscita nel 1998 e se il calcolo viene fatto nel 2013, allora:

$$\text{Quoziente } m = \frac{3}{(2013 - 1998 + 1)} = 0,188$$

¹⁰⁹ L. Bornmann; R. Mutz; H.-D. Daniel, *Are there better indices for evaluation purposes than the h index? A comparison of nine different variants of the h index using data from biomedicine*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 59 (2008), n. 5, p. 830-837.

Questa variante presuppone una relazione di proporzionalità diretta tra indice h e lunghezza della carriera di un autore. Non è una premessa scontata: in una carriera scientifica possono esserci picchi di produttività alternati a momenti di pausa e il ricercatore può decidere a un certo punto di cambiare rotta, contribuendo a settori di ricerca con abitudini bibliografiche diverse da quelle del settore originario, quindi con diverse probabilità di ricevere citazioni. Nulla vieta altresì a un ricercatore di 'disconoscere' parte della propria produzione scientifica, soprattutto in relazione ai primi anni di carriera.

<i>Rank</i>	Articoli	Citazioni	Data
1	Articolo 1	100	1998
2	Articolo 2	16	2004
3	Articolo 3	9	2012
4	Articolo 4	3	2003
5	Articolo 5	2	2012
6	Articolo 6	0	2013

Tabella 6 – Dati necessari per normalizzare l' h in relazione all'età degli articoli.

L'indice AR è una variante dell'indice R che tiene in considerazione l'età delle pubblicazioni dell' h core (non quella globale dell'autore come nel quoziente m)¹¹⁰:

$$AR = \sqrt{\sum_{i=1}^h \frac{cit_i}{y_i}}$$

dove h è l'indice h , cit_i è il numero di citazioni dell' i -esimo articolo che contribuisce al valore dell' h e y_i è la sua età. La Tabella 6 riprende la Tabella 4 aggiungendo un'ulteriore colonna con il dato

¹¹⁰ B. Jin, *The AR-index. Complementing the h-index*, «ISSI Newsletter», 3 (2007), n. 1, p. 6.

necessario a calcolare questo indice normalizzato, cioè l'anno di pubblicazione di ciascun articolo.

Se il calcolo viene fatto nel 2013 avremo:

$$AR = \sqrt{\frac{100}{16} + \frac{16}{10} + \frac{9}{2}} = 3,514$$

Anche nell'indice h_c o indice h contemporaneo entra in gioco il fattore tempo, ma in modo diverso rispetto all'indice AR . Anziché calcolare l' h e normalizzare poi il numero di citazioni per gli articoli che contribuiscono all' h core, prima si corregge ciascun numero grezzo di citazioni moltiplicandolo per un fattore che tiene conto dell'età degli articoli, poi si calcola l' h normalizzato sulla base dei numeri di citazioni così modificati¹¹¹. La formula da applicare per correggere i singoli numeri di citazioni, resa celebre in Italia dal fatto che l' h contemporaneo è uno degli indicatori utilizzati nelle procedure di abilitazione al ruolo di professore universitario, è la seguente:

$$C_{NORM} = \frac{4C}{\text{Anno corrente} - \text{Anno di pubblicazione} + 1}$$

dove C è il numero totale di citazioni dell'articolo nell'anno corrente. È evidente che, così facendo, gli articoli recenti vedono gonfiarsi il proprio numero di citazioni (denominatore più piccolo) mentre gli articoli più vecchi lo vedono restringersi (denominatore più grande). L' h contemporaneo, quindi, aumenta se si pubblicano articoli recenti capaci di attrarre citazioni, decresce se non si mantengono livelli di performance accettabili nel corso del tempo. Ad esempio, per gli articoli in Tabella 6, approssimando i decimali all'intero superiore si ha:

¹¹¹ Antonis Sidiropoulos; Dimitrios Katsaros; Yannis Manolopoulos, *Generalized Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks*, «Scientometrics», 72 (2007), n. 2, p. 253-280.

$$C_{NORM}(\text{Articolo 1}) = \frac{4 \times 100}{2013 - 1998 + 1} = 25$$

$$C_{NORM}(\text{Articolo 2}) = \frac{4 \times 16}{2013 - 2004 + 1} = 6,4 \rightarrow 7$$

$$C_{NORM}(\text{Articolo 3}) = \frac{4 \times 9}{2013 - 2012 + 1} = 18$$

$$C_{NORM}(\text{Articolo 4}) = \frac{4 \times 3}{2013 - 2003 + 1} = 1,09 \rightarrow 2$$

$$C_{NORM}(\text{Articolo 5}) = \frac{4 \times 2}{2013 - 2012 + 1} = 4$$

Se si ripete il calcolo dell' h con i valori normalizzati di citazioni appena ottenuti risulta $h_c = 4$.

C) Normalizzare il numero di coautori: indice h individuale

L'indice h_I o indice h individuale è ottenuto dividendo l'indice h per il numero medio di coautori degli articoli che contribuiscono all' h core¹¹²:

$$h_I = \frac{h}{\text{Numero medio coautori in } h \text{ core}}$$

Serve a correggere l'effetto della presenza di autori multipli sull'indice h . Se, ad esempio, i tre articoli che contribuiscono al valore dell' h in Tabella 4 hanno rispettivamente 2, 8 e 4 coautori (si contano anche le occorrenze multiple dello stesso autore), allora:

$$h_I = \frac{3}{\left(\frac{2+8+4}{3}\right)} = 0,643$$

¹¹² Pablo D. Batista; Mônica G. Campiteli; Osame Kinouchi, *Is it possible to compare researchers with different scientific interests?*, «Scientometrics», 68 (2006), n. 1, p. 179-189.

D) Eliminare le autocitazioni

Le autocitazioni non influiscono molto sugli indici h di premi Nobel e *top scientists*, ma possono incidere in maniera determinante sull' h di scienziati di medio calibro. Quindi, contrariamente a quanto sosteneva Hirsch, sarebbe opportuno calcolare l'indicatore solo dopo aver rimosso le autocitazioni dai lavori dell'autore analizzato¹¹³. Se un articolo ha molteplici coautori, si devono eliminare le autocitazioni di ciascuno di essi. Scopus, lo abbiamo visto, permette di farlo automaticamente. In WoS bisogna procedere manualmente, articolo per articolo: si recuperano i *citing articles* del singolo *paper* e si eliminano quelli che condividono con esso almeno un autore, quindi si ricalcola l'indice h sulla base dei punteggi aggiornati.

E) Confrontare autori di area diversa: indice $P_{top10\%}$, indice h generalizzato

L'ultimo gruppo di varianti è formato da indici che, in linea con i metodi di normalizzazione visti in § 3.4, cercano di ovviare all'inconveniente più grosso di tutti: l'incompatibilità dell' h con situazioni reali in cui valutare equivale a confrontare autori operanti in aree di ricerca distinte caratterizzate da stili diversi nella produzione e nel consumo di bibliografie.

Dato l'insieme delle pubblicazioni di un autore, l'indice $P_{top10\%}$ è la somma degli articoli che hanno ottenuto un numero di citazioni tali da collocarli nel 10% superiore della distribuzione delle citazioni di tutti gli articoli della stessa area disciplinare pubblicati nello stesso anno. Il calcolo della soglia da superare per entrare nel novero dei 10% *top cited articles* può essere fatto manualmente su un qualunque indice di citazioni o sfruttare le tabelle percentili precompilate nei servizi bibliometrici commerciali (*ESI*, *InCites*, *SciVal*)¹¹⁴. Se si confrontano due autori di età diversa, allora conviene introdurre, in analogia con il quoziente m di Hirsch, un $P_{top10\%}$ *quotient* che normalizza il valore iniziale dividendolo per gli anni di attività accademica¹¹⁵. Il $P_{top10\%}$ che occupa una posizione di primo piano

¹¹³ M. Schreiber, *Self-citation corrections for the Hirsch Index*, «Europhysics Letters», 78 (2007), n. 30002, DOI: 10.1209/0295-5075/78/30002.

¹¹⁴ L. Bornmann; R. Mutz; H.-D. Daniel, *The b Index as a measure of scientific excellence. A promising supplement to the h index*, «Cybermetrics», 1 (2007), Paper 6, <cybermetrics.cindoc.csic.es/articles/v1i1p6.html>.

¹¹⁵ L. Bornmann; Werner Marx, *How to evaluate individual researchers working in the natural and life sciences meaningfully? A proposal of*

nel *Leiden Ranking* del CWTS, è solo uno degli indicatori utilizzabili per isolare le pubblicazioni di ‘successo’ di un autore non in modo meccanico, come avviene negli indici *h* e *g*, bensì tenendo conto del contesto disciplinare, della tipologia e dell’età dei documenti¹¹⁶. La sua prerogativa principale è la facilità con cui può essere implementato, una volta note le classi percentili e i criteri con cui sono state costruite.

Un’altra variante dell’indice *h* che normalizza le citazioni al livello dell’area di ricerca è l’indice *h_f* o indice *h* generalizzato¹¹⁷. L’interesse di questa soluzione sta nelle premesse su cui si fonda. È noto – affermano i fautori dell’indice – che le pubblicazioni di alcuni settori ricevono più citazioni di quelle di altri. La distribuzione delle citazioni, quindi la probabilità di essere citati, varia in modo sensibile tra le discipline e le aree di ricerca. Ma se al posto dei numeri grezzi di citazioni si usano valori normalizzati ottenuti dividendo i *citation scores* delle singole pubblicazioni per i valori attesi che caratterizzano le aree di ricerca di provenienza – ovvero i numeri medi di citazioni degli articoli pubblicati nello stesso anno in tutte le riviste delle stesse categorie ISI, come illustrato in § 3.4.1 – la distribuzione della variabile normalizzata così costruita varia da un settore all’altro solo per un fattore di scala, conservando sostanzialmente la stessa forma. In altri termini, la probabilità di ricevere un certo numero normalizzato di citazioni è la stessa in genetica molecolare come in ingegneria aerospaziale o in qualunque altra *subject category*. Non solo: quella probabilità sembra mantenersi costante anche da un anno all’altro. Ciò giustifica la validità degli indicatori normalizzati *a posteriori* nelle

methods based on percentiles of citations, «Scientometrics», Published online 23 October 2013, DOI: 10.1007/s11192-013-1161-y.

¹¹⁶ Una soluzione promettente ma più dispendiosa a livello computazionale è il *success-index*: Fiorenzo Franceschini [*et al.*], *The success-index. An alternative approach to the h-index for evaluating an individual’s research output*, «Scientometrics», 92 (2012), n. 3, p. 621-641. Nella rielaborazione più recente, il meccanismo di calcolo dell’indice si è evoluto in una direzione simile a quella dello *SNIP*: F. Franceschini; Domenico Maisano; Luca Mastrogiacomo, *Evaluating research institutions. The potential of the success-index*, «Scientometrics», 96 (2013), n. 1, p. 85-101.

¹¹⁷ Filippo Radicchi; Santo Fortunato; Claudio Castellano, *Universality of citation distributions. Toward an objective measure of scientific impact*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 105 (2008), n. 45, p. 17268-17272.

valutazioni bibliometriche¹¹⁸. Dato che la stessa universalità sembra caratterizzare la distribuzione dei numeri di pubblicazioni, anche qui dopo aver normalizzato i numeri grezzi dividendoli per i valori attesi (cioè i numeri medi di pubblicazioni prodotte nelle diverse *subject categories*), diventa possibile calcolare un indice *h* generalizzato con i valori normalizzati di numeri di citazioni e di pubblicazioni.

<i>Rank</i>	Articoli	Citazioni (C)	Citazioni attese (C_A)	Articoli attesi (N_A)	C/C_A	$Rank/N_A$
1	Art. 1	100	11	7	9,09	0,14
2	Art. 2	16	11	7	1,45	0,29
3	Art. 3	9	11	7	0,82	0,43
4	Art. 4	3	11	7	0,27	0,57
5	Art. 5	2	11	7	0,18	0,71
6	Art. 6	0	11	7	0	0,86

Tabella 7 – Calcolo dell'indice *h* generalizzato o h_f per l'autore degli articoli in Tabella 4 (i valori attesi sono inventati).

In tabella 7, l'indice h_f è calcolato sugli stessi 6 articoli della Tabella 4. Le informazioni aggiuntive necessarie sono il valore atteso per le citazioni C_A e quello per gli articoli N_A nell'area di ricerca dell'autore (ipotizziamo che tutti gli articoli appartengano alla stessa *subject category*). Per completare il calcolo bisogna correggere il rango dividendolo per il numero di articoli attesi (ultima colonna) e confrontare il rango corretto con il numero normalizzato di citazioni: l' h_f dell'autore è 0,43 in quanto il terzo articolo più citato ha rango corretto $0,43 < 0,82$, mentre il quarto più

¹¹⁸ Uno studio di validazione dei risultati ottenuti dal team di Radicchi a opera dei bibliometrici di Leida ha ridimensionato le pretese di universalità della distribuzione delle citazioni, sostenendo che ciò non influisce in alcun modo sulla validità degli indicatori normalizzati *a posteriori*: L. Waltman; Ness J. van Eck; A. F. J. van Raan, *Universality of citation distributions revisited*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 63 (2012), n. 1, p. 72-77.

citato ha rango corretto $0,57 > 0,27$. Anche qui, in analogia con il caso dei percentili, si deve familiarizzare con nozioni estranee al senso comune come quella di un rango frazionario.

Quando si confrontano le performance di singoli scienziati, i ranking ottenuti applicando diversi sistemi di normalizzazione delle citazioni al livello dell'area di ricerca sono positivamente correlati tra loro¹¹⁹, ma questo non significa che l'esercizio di valutazione può limitarsi a un singolo numero come l'indice h (normalizzato e non). Piuttosto, occorre adottare più indicatori capaci di fornire informazioni su dimensioni diverse della produttività e dell'impatto individuali. Non solo, quindi, la capacità di produrre *top cited papers* nel proprio settore, ma anche la capacità di pubblicare lavori originali *peer reviewed* come autore principale, di mantenere e perfezionare questa abilità nel tempo, di non autocitarsi in maniera eccessiva, di vedere accettati (e citati) i propri contributi in riviste di prestigio, di realizzare collaborazioni produttive su scala nazionale e soprattutto internazionale. Eventuali discordanze rivelate dall'uso combinato di più indicatori andrebbero poi approfondite. Quanto incide, ad esempio, la scelta dell'argomento e della metodologia adottata (non genericamente della categoria disciplinare) sulla probabilità di attrarre citazioni? Quanto influiscono i meccanismi di esclusione sociale messi in atto, nei confronti dei 'dissidenti', dai promotori di un paradigma scientifico dominante? Rispondere alla prima domanda non è facile, anche perché i metodi consolidati di normalizzazione si basano su *subject categories* statiche (mutuate dai database commerciali) che sembrano ricalcate sulla rete di discipline e sottodiscipline istituzionalizzate nelle facoltà e nei dipartimenti universitari piuttosto che sulla reale dinamica della comunicazione scientifica. Per rispondere alla seconda domanda la bibliometria semplicemente non serve.

3.5.3. *Le valutazioni individuali in pratica: il caso dell'Abilitazione Scientifica Nazionale*

Chi aspira, in Italia, a un posto di professore universitario di prima o seconda fascia deve sottoporsi a una procedura selettiva che va sotto il nome intimidatorio di Abilitazione Scientifica Nazionale. L'obiettivo della valutazione, amministrata dall'ANVUR, è premiare i candidati

¹¹⁹ Giovanni Abramo; Tindaro Cicero; Ciriaco Andrea D'Angelo, *How important is choice of the scaling factor in standardizing citations?*, «Journal of Informetrics», 6 (2012), n. 4, p. 645-654.

che abbiano fornito risultati di rilevante «qualità» e «originalità», a livello nazionale e internazionale, principalmente sotto forma di pubblicazioni scientifiche¹²⁰. Per i candidati del 2012, la stima della capacità di produrre contributi di ‘qualità’ in misura quantitativamente rilevante è avvenuta, nei settori identificati come bibliometrici, mediante tre indicatori di produttività e impatto:

Indicatore 1: Numero complessivo di articoli pubblicati negli ultimi dieci anni su riviste indicizzate in WoS o Scopus.

Indicatore 2: Totale delle citazioni ricevute dal complesso delle pubblicazioni elencate nel curriculum, normalizzato (cioè suddiviso) per l’età accademica dell’autore.

Indicatore 3: Indice *h* contemporaneo, ovvero una particolare modifica dell’indice di Hirsch che accentua il valore delle citazioni di articoli recenti (vedi § 3.5.2).

I numeri di citazioni che entrano nella definizione degli indicatori 2 e 3 sono calcolati in base a un criterio conservativo: se una pubblicazione è indicizzata in una sola delle due banche dati, si prende il numero di citazioni corrispondente; se la stessa pubblicazione è indicizzata in entrambe le banche dati, si prende il numero più alto tra WoS e Scopus. In entrambi i casi le autocitazioni non sono escluse.

I valori dei tre indicatori per ogni candidato vengono giudicati alti o bassi a seconda che superino o meno delle soglie di riferimento differenziate per fascia (associati e ordinari) e per settore scientifico-disciplinare. Ciascuna soglia è la mediana di una distribuzione di valori. Più precisamente, ciascuna soglia è la mediana della distribuzione dei valori dello stesso indicatore calcolato sulla totalità delle pubblicazioni disponibili, a una certa data, negli archivi personali (i cosiddetti «siti docente») dei professori universitari italiani, a loro volta suddivisi per fascia e settore scientifico-disciplinare. Tali archivi risiedono sui server del Ministero dell’Istruzione dell’Università e della Ricerca (MIUR), gestiti dal CINECA: qui confluiscono, da diverse fonti e sistemi locali di documentazione, le informazioni relative all’attività scientifica di atenei ed enti pubblici di ricerca disseminati sul territorio nazionale. Il senso delle mediane è facile da intuire: nel caso dei pe-

¹²⁰ D. M. 7 giugno 2012, n. 76, <attiministeriali.miur.it/anno-2012/giugno/dm-07062012.aspx>. Tutta la documentazione relativa alle abilitazioni nazionali, inclusi i primi risultati, si trova su <abilitazione.miur.it/public/index.php>.

diatri aspiranti a un ruolo di professore associato, una soglia pari a 28 per l'indicatore 1 nel settore 06/G1 (Pediatria Generale, Specialistica e Neuropsichiatria Infantile) significa che, alla luce della distribuzione dei numeri di pubblicazioni degli ultimi dieci anni di tutti i professori associati italiani dello stesso settore, metà di loro ha pubblicato più di 28 lavori indicizzati in WoS/Scopus, l'altra metà un numero inferiore a 28. Per ricevere una valutazione positiva in relazione al primo indicatore, dunque, il candidato deve aver pubblicato più di 28 articoli nel periodo 2002-2012.

Il nuovo sistema di reclutamento dei docenti ha scatenato un dibattito feroce tra sostenitori e detrattori della sua ragion d'essere. I primi lo elogiano come un nuovo inizio, un promettente rimedio ai mali che da sempre affliggono l'università italiana: scarsa competitività internazionale, mancanza di trasparenza, nepotismo. I secondi, al contrario, lo considerano inutilmente costoso, ideologicamente compromesso e tecnicamente inadeguato, addirittura peggiore delle malattie stesse che pretende di curare¹²¹. Esistono ovviamente argomenti a favore di entrambe le fazioni in campo. Non c'è dubbio che il vecchio sistema di cooptazione dei docenti universitari, imperniato su accordi tra gruppi di potere e criteri di valutazione ritagliati su misura dei predestinati di turno, andasse riformato. È altrettanto vero, però, che la bibliometria non basta di per sé a garantire trasparenza e imparzialità di giudizio. Anzi, lasciata sola, la bibliometria può effettivamente nuocere alla valutazione. Il limite non riguarda solo le scelte dell'ANVUR, ma tutta la bibliometria: in nessun caso, e ancora di più quando si valutano singoli ricercatori, gli indicatori bibliometrici possono sostituirsi tout court a considerazioni di tipo qualitativo al punto da determinare matematicamente l'esito della valutazione. Nell'impianto normativo dell'Abilitazione Scientifica Nazionale questa consapevolezza esiste. Superare le mediane di riferimento – viene detto esplicitamente – non è condizione sufficiente per ottenere l'abilitazione né, a quanto pare, condizione necessaria¹²². Conta la rilevanza scientifica effettiva dei contributi e contano anche,

¹²¹ Le critiche più spietate hanno trovato un punto di raccolta particolarmente ospitale nel blog *ROARS – Return On Academic ReSearch* (<www.roars.it>), fondato da un gruppo di docenti universitari italiani nel giugno 2013.

¹²² Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR), *Sul calcolo delle mediane per l'abilitazione nazionale*, 14 settembre 2012 <www.anvur.org/attachments/article/253/mediane_spiegate_definitivo_14_settembre_2012.pdf>.

in misura variabile a seconda del peso che i commissari decidono di attribuirgli, abilità che contraddistinguono in maniera ormai irreversibile la dimensione manageriale della scienza contemporanea, come la capacità di coordinare o dirigere un gruppo di ricerca, la capacità di attrarre finanziamenti e quella di promuovere attività di trasferimento tecnologico (brevetti, *spin-off*). Ma anche nell'ipotesi che si volesse attribuire all'indicatore bibliometrico un valore prioritario nella separazione dei meritevoli dai non meritevoli, per inquadrarne correttamente il significato occorre la massima attenzione verso una serie di aspetti tecnici e contestuali estranei al gioco asettico delle mediane. Vediamone alcuni, mantenendo come *case study* di riferimento il settore della pediatria.

A) Il problema della classificazione dei documenti

Sono validi, ai fini del calcolo del primo indicatore, sia gli articoli di riviste veri e propri (*research articles*, *reviews*, *research notes/communications*) che i *conference papers*, del tutto assimilabili ai primi nella misura in cui hanno subito *peer review*. Restano esclusi invece gli abstract delle relazioni presentate ai convegni (*meeting abstracts*) e tipologie minori di contributi quali commenti, *errata* e *reply*. In ogni caso, la classificazione dei lavori effettuata dal candidato va confrontata con quella dello stesso documento nelle banche dati, non necessariamente allineata con la prima, e ulteriori specificazioni vanno introdotte dove necessario. Ad esempio, sia WoS che Scopus classificano come *letter* tanto la corrispondenza editoriale (*letters to the editor*) quanto le comunicazioni rapide di risultati sperimentali supportati da dati originali (*short reports/notes/communications*). Malgrado l'utilità delle prime come forma di esercizio critico e *post-publication peer review*, il loro peso scientifico non può essere equiparato a quello delle seconde. Un discorso analogo vale per le rassegne di letteratura (*reviews*), che andrebbero contate e pesate separatamente rispetto ai lavori originali.

B) Il problema dell'età accademica

In teoria l'età accademica è un dato incontrovertibile determinato dalla più vecchia pubblicazione del candidato indicizzata in WoS o Scopus. Non tutti i candidati, però, potrebbero aver caricato sul proprio sito docente il primo lavoro pubblicato in carriera. Può trattarsi di una scelta consapevole giustificata dal fatto che i primi lavori erano estranei al settore di ricerca nel quale avviene la valutazione dei titoli. Ma può anche trattarsi di noncuranza o, peggio,

di una scelta opportunistica mirata ad accorciare l'età accademica per quel tanto che basta a superare la mediana del secondo indicatore. Se solo le pubblicazioni più recenti vengono contate, infatti, il numero totale di citazioni del candidato viene suddiviso per un valore più basso di quello che risulta dalle banche dati, quindi il valore dell'indicatore normalizzato aumenta. Anche qui occorrono analisi puntuali e scelte coerenti su tutti i profili individuali oggetto di valutazione.

C) Il problema degli autori multipli e degli autori collettivi

Sono comuni in ambito pediatrico, come in altri settori scientifici, le pubblicazioni firmate da molti autori. Talvolta il nome dell'autore non compare nemmeno nella *byline*, ma è riconducibile alla pubblicazione solo per via dell'appartenenza a un ente collettivo i cui componenti sono elencati, perlopiù in ordine alfabetico, alla fine del lavoro (ad esempio, SIGENP Working Group, ISPED Study Group, International Neonatal Network). Si tratta spesso di articoli molto citati che incidono su tutti e tre gli indicatori, ma per i quali l'attribuzione di una responsabilità intellettuale individuale è quantomeno controversa. Il numero di tali pubblicazioni andrebbe tenuto sotto controllo e accuratamente pesato all'interno di ciascun profilo individuale. Analogamente, applicando uno dei metodi di normalizzazione della *authorship* illustrati in § 3.2, deve essere possibile correggere il numero grezzo di pubblicazioni e citazioni del candidato sulla base del numero di coautori e della posizione occupata dal suo nome nella *byline*.

D) Il problema delle soglie

Può capitare che gli indicatori bibliometrici di un candidato si collochino esattamente sulla soglia o molto vicini alla soglia. Il confronto con le mediane, in questi casi, è poco significativo perché gli scarti minimi possono dipendere da fattori (aleatori e non) che non hanno nulla a che vedere con la performance individuale, come il numero di autocitazioni o la ritardata indicizzazione degli articoli citanti in WoS/Scopus. Qui non esiste una soluzione univoca anche perché non è possibile, sulla base di una distribuzione di probabilità teorica, dare un senso matematico a quei fattori (aleatori e non) in modo da definire un intervallo di valori entro il quale ritenere accettabile il numero di pubblicazioni/citazioni del candidato. La prossimità alla soglia, piuttosto, deve essere uno stimolo ad arricchire il profilo bibliometrico del candidato con informazioni (e indicatori) supple-

mentari. In particolare, sarebbe opportuno concentrarsi sulla percentuale di *highly cited papers* mediante uno degli indici sensibili a questa dimensione visti in § 3.5.2 (indici g , R , $h(2)$, *success index*).

E) Il problema delle aree di ricerca

Un macrosettore scientifico-disciplinare come la pediatria, al pari di tanti altri, non è omogeneo al suo interno. I pediatri che pubblicano su argomenti (e riviste) di genetica avranno tendenzialmente più chances di accumulare citazioni nel breve periodo rispetto a quelli che pubblicano su argomenti (e riviste) di psicologia, di endocrinologia o di cardiologia. Un'analisi bibliometrica equilibrata, pertanto, dovrebbe concentrarsi sui sottoinsiemi di pubblicazioni omogenee per argomento nel curriculum di ciascun candidato e stimarne il peso relativo mediante le tecniche di normalizzazione viste in § 3.4.1 e 3.4.2.

F) Il problema della qualità delle riviste

La scelta di porre sullo stesso piano WoS e Scopus per la stima della produttività dei candidati è tutt'altro che neutrale. Come osservato in § 2.2, i criteri di selezione delle fonti di Scopus sono molto più 'democratici' di quelli di WoS giustificando, ad esempio, l'inclusione di riviste pediatriche in lingua italiana destinate principalmente al mercato nazionale. Ma avere 20 pubblicazioni su *Medico e Bambino* non è come avere 20 pubblicazioni su *Pediatrics* o sul *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. Qui bisogna chiarire dal principio cosa si vuole che l'indicatore bibliometrico indichi. Se l'obiettivo è premiare i risultati originali di rilievo internazionale, allora il primo indicatore va corretto e integrato con indicatori sensibili all'impatto delle riviste su larga scala: *IF*, *SNIP*, *SJR*, *AI*. Se l'obiettivo è rilevare una più generica capacità di comunicazione dei risultati della ricerca, allora anche le pubblicazioni su riviste locali vanno contate al pari delle altre. Gli articoli di *Medico e Bambino* non sono quasi mai citati da riviste internazionali, ma pubblicare su *Medico e Bambino* è probabilmente una delle vie più celeri per essere letti e recepiti dai pediatri di base italiani, quindi per esercitare un impatto reale sulle conoscenze da trasferire nella pratica diagnostica e terapeutica quotidiana. Quanto vale, in termini di merito individuale, percorrere questa via?

Gli indicatori bibliometrici dell'ANVUR non sono né giusti né sbagliati, sono limitati al pari di tanti altri che si sarebbero potuti usare al loro posto. Le opzioni per aggirarli, in buona o cattiva fede, sono diverse: si può bocciare un candidato che supera le tre mediane,

ad esempio, valutando come non pertinente la sua produzione scientifica rispetto al settore scientifico-disciplinare nel quale avviene la selezione, oppure assegnando un peso arbitrariamente grande a requisiti supplementari che il candidato non soddisfa a pieno, come l'attività didattica; analogamente, si può promuovere un candidato che non supera un numero sufficiente di mediane riconoscendogli meriti importanti in contesti estranei agli indicatori bibliometrici, come la produzione di brevetti o il coordinamento di gruppi di ricerca. I margini di discrezionalità restano ampi, anche se gli indicatori bibliometrici potrebbero, in teoria, fungere da sentinella per evitare le sviste (o le frodi) più clamorose almeno nei due casi estremi: chi non fa nulla o fa poco viene immediatamente smascherato da un'analisi bibliometrica; allo stesso modo, chi ha fornito contributi sostanziali al mondo della ricerca difficilmente sfugge ai sintomi di eccellenza rivelati dalla rete globale delle citazioni. I problemi d'interpretazione nascono nella 'terra di mezzo', raramente agli estremi della distribuzione, e riguardano principalmente quelli (e sono in tanti) che fanno in media più o meno come gli altri, ma è difficile dire quanto 'più' o quanto 'meno'. Qui l'utilità dell'analisi bibliometrica diventa problematica e gli indicatori rivelano tutta la propria debolezza. Il rimedio non è la costruzione di nuovi indicatori o dell'ennesima variante di quelli già esistenti, ma la consapevolezza che ogni indicatore bibliometrico, per quanto raffinato, fornisce solo informazioni parziali o addirittura rivedibili alla luce di altri indicatori e di informazioni relative all'oggetto, allo scopo e al contesto della valutazione. Esiste ampio consenso internazionale, a tale riguardo, circa la tesi che una valutazione corretta deve rispettare le molteplici dimensioni della *research performance*¹²³. Anziché puntare tutto su un singolo numero o su un set limitato di numeri, allora, conviene pianificare una batteria di indicatori capaci di far emergere le molteplici sfaccettature della realtà analizzata all'interno di un report arricchito da elementi contestuali e considerazioni riflessive sui pregi e difetti della metodologia adottata.

¹²³ Expert Group on The Assessment of University-Based Research, *Assessing Europe's university-based research*. Brussels: European Commission – DG Research, 2010, <ec.europa.eu/research/era/docs/en/areas-of-actions-universities-assessing-europe-university-based-research-2010-en.pdf>.

4. Oltre le riviste scientifiche, oltre le citazioni: dalla *patent citation analysis* all'altermetrica

Una volta messa in moto, la macchina bibliometrica ha percorso chilometri in tutte le direzioni possibili, incluse quelle che inizialmente sembravano al di fuori della sua portata. Le tappe più importanti sono state l'estensione dell'analisi statistica a documenti diversi dall'articolo di rivista e l'applicazione dell'analogia bibliografica a reti di comunicazione diverse da quella della letteratura scientifica. Dalla prima escursione sono arrivate l'analisi delle citazioni dei brevetti e le indagini sulle condizioni di possibilità delle valutazioni quantitative nelle scienze sociali e umane. Dalla seconda derivano il trattamento bibliometrico degli hyperlink nel World Wide Web e la sperimentazione di indicatori d'uso della letteratura scientifica diversi dalle citazioni.

4.1. I brevetti tra scienza, tecnologia, economia

In un'economia globale e *knowledge-based*, la competizione tra imprese non si esercita solo, come nei secoli passati, sul controllo dei mercati, delle materie prime e di manodopera a basso costo, ma anche sulla proprietà intellettuale delle idee, in particolare di quelle idee che si materializzano in oggetti di immediato valore commerciale. Il brevetto (*patent*) è un titolo giuridico che riconosce a un inventore il monopolio temporaneo di sfruttamento su un'invenzione – una macchina, un prodotto, un processo, una tecnica – dotata di alcuni requisiti essenziali quali la novità, la non ovvietà rispetto allo stato della tecnica esistente e l'applicabilità industriale. Situato all'interfaccia tra scienza, tecnologia, economia, il brevetto occupa una posizione strategica per illuminare le complesse interrelazioni tra i vertici della 'tripla elica' – università, industria e potere politico – che alimenta i meccanismi dell'innovazione nella *knowledge economy*¹²⁴.

¹²⁴ Henry Etzkowitz; L. Leydesdorff, *The dynamics of innovation. From national systems and 'mode 2' to a Triple Helix of university–industry–government relations*, «Research Policy», 29 (2000), n. 2, p. 109-123. La

Un brevetto è costituito da tre sezioni fondamentali: un frontespizio contenente i dati bibliografici e amministrativi necessari all'identificazione del documento (titolo, abstract, numeri di classificazione, nome e indirizzo dell'inventore e della ditta assegnataria, data e numero della domanda); la descrizione dell'invenzione, corredata da eventuali illustrazioni, con le specifiche tecniche e i riferimenti bibliografici forniti dall'inventore; le rivendicazioni (*claims*), cioè l'elenco dettagliato delle caratteristiche specifiche dell'invenzione per le quali si chiede tutela giuridica. Laddove è prevista una procedura di verifica dei requisiti di brevettabilità, come negli Stati Uniti, in Giappone e presso l'European Patent Office, il brevetto contiene (spesso sul frontespizio) anche una lista aggiuntiva di riferimenti bibliografici forniti da un esperto della materia, un esaminatore esterno (*patent examiner*), con l'obiettivo di precisare, limitare o smentire le rivendicazioni di novità e utilità dell'invenzione.

A partire dagli anni Sessanta, grazie ai primi esperimenti di Garfield sull'indicizzazione delle citazioni contenute nei brevetti, le analisi econometriche sulla quantità e distribuzione geografica di tali documenti furono affiancate dall'analisi delle citazioni. In analogia con quanto accaduto per gli articoli di rivista, le citazioni promettevano l'accesso semi-automatico alla terra promessa delle dinamiche dell'innovazione tecnologica. Un brevetto che cita un articolo di rivista o un altro brevetto si avvale verosimilmente del suo contenuto per produrre qualcosa di nuovo. Inversamente, un brevetto o un articolo di rivista che riceve citazioni da molti altri brevetti ha probabilmente fornito un contributo importante allo sviluppo tecnologico nel suo settore o, come si dice in gergo, ha generato significativi *spillover* tecnologici. Negli anni Ottanta e Novanta, quando divenne più facile accedere a collezioni di brevetti in formato elettronico per le analisi quantitative su larga scala, il lavoro di Francis Narin presso la ditta CHI Research e quello avviato all'Università di Harvard, sulle orme di Zvi Griliches, da Adam Jaffe spianarono la strada alla costruzione di indicatori bibliometrici basati sulle citazioni¹²⁵. L'analisi della rete bibliografica dei brevetti, condotta normalmente

controparte scientometrica del dibattito sul modello della tripla elica si trova in due numeri speciali di *Scientometrics*: vol. 70 (2007), fascicolo 2; vol. 90 (2012), fascicolo 1 (focus sull'Asia).

¹²⁵ F. Narin, *Patent bibliometrics*, «Scientometrics», 30 (1994), no. 1, p. 147-155; Adam B. Jaffe; Manuel Trajtenberg, *Patents, citations & innovations. A window on the knowledge economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.

su database commerciali come il Derwent Innovations Index di Thomson Reuters, ha permesso di aprire diversi fronti di ricerca¹²⁶:

- 1) Si analizzano i legami bibliografici brevetto-articolo e brevetto-brevetto per ricostruire la dinamica di diffusione dell'innovazione tecnologica, vale a dire i trasferimenti di conoscenze dalla ricerca di base a quella applicata e tra le diverse aree all'interno di quest'ultima. La percentuale di citazioni verso la letteratura scientifica, in particolare, è diventata un indice della correlazione tra tecnologia e scienza di base utile ad accertare quanto *high-tech* sia un'azienda di alta tecnologia.
- 2) Attraverso metodi avanzati di mappatura e *data mining*, come *cocitation analysis*, *bibliographic coupling* e *network analysis* (vedi capitolo 5), si identificano le connessioni e le sovrapposizioni non visibili a occhio nudo tra ditte, tecnologie, prodotti, e si cerca di delineare il contorno dei fronti emergenti dell'innovazione tecnologica.
- 3) Si stima, mediante indicatori più o meno avanzati basati sul numero dei brevetti prodotti e delle citazioni ricevute, il peso e la capacità d'innovazione tecnologica di individui, istituzioni, ditte, nazioni. In un'ottica di *business intelligence*, ciò permette di individuare i settori tecnologici trainanti e i ricercatori di punta, nonché di stimare il valore di mercato di un portafoglio brevetti, quindi, indirettamente, la capacità di una ditta quotata in borsa di attrarre nuovi investitori.

Questi studi hanno mostrato, tra le altre cose, che esistono delle affinità bibliometriche profonde tra ricerca di base e ricerca applicata: anche nella tecnologia, come nella scienza, il ciclo di vita delle voci bibliografiche varia a seconda dei settori (un brevetto di elettronica cita normalmente brevetti più recenti di quanto non faccia uno di

¹²⁶ Due rassegne molto accessibili sull'analisi delle citazioni dei brevetti sono: Charles Oppenheim, *Do patent citations count?* In: *The web of knowledge. A Festschrift in honor of Eugene Garfield*, a cura di B. Cronin, Helen Barsky Atkins. Medford, NJ: Information Today, 2000, p. 405-432; Bhaven N. Sampat; Arvids A. Ziedonis, *Patent citations and the economic value of patents. A preliminary assessment.* In: *Handbook of quantitative science and technology research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T Systems*, a cura di H. F. Moed, W. Glänzel; Ulrich Schmoch. Dordrecht: Kluwer Academic, 2004, p. 277-297.

tecnologie navali); anche nella tecnologia si tende a citare maggiormente documenti di provenienza geografica circoscritta; anche nella tecnologia la distribuzione delle citazioni tra brevetti di diverso calibro è asimmetrica, con un numero assai limitato di brevetti molto citati e di riconosciuta importanza tra gli addetti ai lavori, a fronte di una percentuale molto alta di brevetti di impatto scarso o nullo.

Malgrado le similitudini, esiste una differenza sostanziale che rende più complicata l'analisi statistica dei brevetti rispetto a quella degli articoli di rivista. Molto più di quelle contenute nella letteratura periodica, infatti, le citazioni dei brevetti sono il risultato di un processo sociale nel quale si trovano coinvolti almeno tre attori diversi: l'inventore, che fornisce la materia prima del documento sotto forma di descrizioni, disegni, specifiche tecniche; il consulente in brevetti (*patent attorney*) che, in virtù di una conoscenza approfondita del contesto giuridico, assiste l'inventore nella redazione del testo e nella scelta dei riferimenti bibliografici appropriati; l'esaminatore, che deve effettuare una ricerca della letteratura esistente e attingere alle proprie conoscenze personali per verificare ed eventualmente ampliare la sezione bibliografica con riferimenti ignorati o dimenticati dall'inventore. La diversa provenienza e finalità dei riferimenti bibliografici condiziona il tipo di informazioni ricavabili dall'analisi bibliometrica. I riferimenti contenuti nelle specifiche tecniche, difficili da estrarre e indicizzare, documentano la base teorica di un'invenzione o almeno ciò che l'inventore, spinto dal desiderio di amplificare la novità della proposta, cerca di far apparire come base teorica. La loro è una funzione retorica simile a quella delle citazioni negli articoli scientifici. I riferimenti degli esaminatori, invece, hanno una correlazione più marcata con il background scientifico, tecnologico, giuridico di un'invenzione e, nell'ipotesi che l'esame sia stato condotto in modo esaustivo, puntano alla rilevanza 'oggettiva' dei documenti citati: peccato che potrebbero non riferirsi alle fonti realmente utilizzate dall'inventore. Ecco perché, più di quanto non accada con gli articoli di rivista, quando si inverte la pagina e si vanno a contare le citazioni, i risultati ottenuti con i brevetti potrebbero raccontare una storia molto diversa da quella desiderata.

4.2. La valutazione nelle scienze sociali e umane

Non esistono criteri netti di demarcazione tra scienze naturali e scienze sociali/umane. Per quanto possa sembrare ovvio che la fisica e la chimica sono scienze naturali, la sociologia e l'economia scienze

sociali, la critica letteraria e la musica scienze umane, le radici di tale ovvietà non affondano in pareti divisorie senza tempo né fessure, bensì in classificazioni puramente convenzionali variabili a seconda dei contesti e degli obiettivi della categorizzazione. Un riflesso bibliometrico di questa situazione è il fatto che, ad esempio, nella classificazione che sottende le categorie del JCR 2011 e dello Arts & Humanities Citation Index, l'infermieristica, la gerontologia, la psichiatria e la psicologia sono annoverate sia tra le *sciences* che tra le *social sciences*, la storia è inserita sia tra le *social sciences* che tra le *humanities* al pari della linguistica, mentre la *history & philosophy of science* è addirittura accolta in tutti e tre i domini. I confini diventano ancora più sfuocati se si pensa alla natura interdisciplinare di gran parte della scienza contemporanea e al fatto che vi sono, tra le scienze sociali, discipline come la psicologia, la psichiatria, in parte l'economia e la sociologia, nelle quali le abitudini comunicative dei ricercatori sono molto simili a quelle dei loro colleghi fisici, chimici, biologi o medici:

- 1) si leggono, si pubblicano e si citano prevalentemente articoli di rivista in lingua inglese riconducibili allo stesso settore di ricerca;
- 2) si selezionano argomenti di ricerca condivisi su scala internazionale;
- 3) si fanno ricerche bibliografiche esaustive in database internazionali, alcuni dei quali predisposti all'analisi bibliometrica;
- 4) si tende a citare gli stessi documenti, perlopiù di età recente, per richiamare gli stessi concetti;
- 5) la maggior parte delle pubblicazioni è disponibile online in formato elettronico, a pagamento o in forma gratuita in archivi ad accesso aperto.

Per tali discipline, malgrado le differenze di copertura degli indici di citazioni, l'analisi bibliometrica tradizionale non incontra particolari ostacoli e può fornire un valido supporto alla *peer review*. Al contrario, in ambiti come la storia, la pedagogia, gli studi classici, letterari, storico-artistici e larghi settori della giurisprudenza, le consuetudini dei ricercatori sono differenti:

- 1) si leggono, si pubblicano e si citano molteplici tipologie di fonti, in particolare monografie, ma anche articoli di riviste a circolazione limitata e in lingue diverse dall'inglese;
- 2) si affrontano molti temi di interesse locale;

- 3) si fanno ricerche in database perlopiù privi di requisiti bibliometrici e si recuperano documenti rilevanti spesso in modo non sistematico, attraverso il browsing o il filo d'Arianna delle bibliografie, utilizzando come filtro la rilevanza 'paradigmatica' oltre che tematica (non solo documenti su un certo argomento, ma anche documenti che offrono una certa interpretazione dell'argomento);
- 4) si citano fonti di età e provenienza estremamente variabili, attribuendogli spesso significati originali, anzi, la reinterpretazione delle fonti è spesso l'essenza della novità di un contributo;
- 5) l'accessibilità online è ancora limitata, soprattutto per le pubblicazioni monografiche di area umanistica.

Il Book Citation Index di Thomson Reuters, lo *Scopus Books Enhancement Program* di Elsevier e soprattutto le prospettive aperte dall'integrazione (possibile) tra GS e il gigante dormiente Google Books sono altrettanti sintomi delle potenzialità bibliometriche dei database esistenti in settori estranei alle *hard sciences*. Allo stato attuale, tuttavia, il contributo di WoS, Scopus e GS alla causa delle valutazioni quantitative nelle scienze umane e sociali è minimo. Le edizioni per le scienze sociali e umane del JCR e lo *SCImago Journal Ranking* (nelle categorie *Arts & Humanities* e *Social Sciences*) sono punti di partenza solidi per individuare le fonti di rilevanza internazionale in tali settori, ma la loro copertura è limitata a una sola tipologia di documento (l'articolo di rivista) ed è vincolata a criteri di selezione dei titoli necessariamente restrittivi. In modo analogo, si può certamente controllare, tramite accurate *cited reference searches*, se monografie e articoli in riviste periferiche hanno esercitato un impatto di qualche tipo sul nucleo delle fonti indicizzate in WoS e Scopus, ma non è possibile recuperare le informazioni di base necessarie per analisi bibliometriche ad ampio raggio, cioè quanti e quali documenti sono stati prodotti in un dato settore, chi sono gli autori (individui, istituzioni) più produttivi e più citati, qual è il valore relativo delle fonti (non esiste un corrispettivo dell'*IF* per le riviste di area umanistica). Di fronte a questi ostacoli, sono state sperimentate soluzioni bibliometriche e soluzioni pseudo-bibliometriche. Solo le seconde, come vedremo, hanno trovato larga applicazione a causa delle necessità di un compromesso imposto dagli esercizi di valutazione su larga scala.

A) Soluzioni bibliometriche

Una soluzione bibliometrica a lungo termine sarebbe la creazione di un *citation index* universale per le scienze sociali e umane. In tale direzione si era mossa sin dal 2000 la European Science Foundation, progettando uno European Citation Index che avrebbe indicizzato in maniera sistematica i materiali di interesse umanistico estranei ai criteri di selezione dei database commerciali. Uno strumento del genere non esiste ancora, ma i bibliometrici non hanno smesso di produrre report preliminari e raccomandazioni per costruirlo, soprattutto nell'ambito dello European Scoping Project¹²⁷. La raccomandazione prevalente è quella di favorire una combinazione ibrida di metodi 'dall'alto' (*top-down*) e 'dal basso' (*bottom-up*), in analogia con la produzione di statistiche nazionali comparabili resa possibile, durante gli anni Sessanta, dal lavoro dell'OECD. In particolare, si incoraggia la creazione di liste e archivi decentrati sotto la guida e il coordinamento di un ente centrale che garantisca il rispetto di regole comuni e standard per lo scambio e l'aggregazione dei dati. Non si esclude, al tempo stesso, la collaborazione con gli editori commerciali, in quanto è possibile che la letteratura periodica *peer reviewed* esibisca, in alcuni settori delle scienze umane e sociali, fenomeni di concentrazione analoghi a quelli riscontrati nelle scienze naturali. Se fosse davvero così e se la validità della legge di Bradford venisse adeguatamente documentata in tali settori, allora basterebbe probabilmente chiedere a Thomson Reuters ed Elsevier un minimo sforzo supplementare per raggiungere una copertura soddisfacente delle fonti realmente indispensabili, almeno per quanto concerne le riviste¹²⁸.

Un caso interessante di soluzione bibliometrica già operativa sono gli archivi spagnoli IN~RECS (Índice de Impacto Revistas

¹²⁷ Diana Hicks; Jian Wang, *Towards a bibliometric database for the social sciences and humanities*. Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology, 2009, <works.bepress.com/diana_hicks/18>; H. F. Moed [et al.], *Options for a comprehensive database of research outputs in social sciences and humanities*, Version 6, 2009, <www.dfg.de/download/pdf/foerderung/grundlagen_dfg_foerderung/informationen_fachwissenschaften/geisteswissenschaften/annex_2_en.pdf>; B. R. Martin [et al.], *Towards a bibliometric database for the social sciences and humanities. A European Scoping Project*, 2010, <globalhighered.files.wordpress.com/2010/07/esf_report_final_100309.pdf>.

¹²⁸ Gunnar Sivertsen; Birger Larsen, *Comprehensive bibliographic coverage of the social sciences and humanities in a citation index. An empirical analysis of the potential*, «Scientometrics», 91 (2012), n. 2, p. 567-575.

Españolas de Ciencias Sociales), IN~RECH (Índice de Impacto Revistas Españolas de Ciencias Humanas) e IN~RECJ (Índice de Impacto Revistas Españolas de Ciencias Jurídicas), a cura del gruppo di ricerca EC3 delle Università di Granada e Navarra (<ec3.ugr.es>). Si tratta di indici di citazioni della letteratura domestica finalizzati a realizzare una sorta di JCR delle riviste spagnole più importanti nei settori delle scienze sociali, umane e giuridiche. I tre repertori, costruiti selezionando e classificando accuratamente le fonti nazionali mediante criteri qualitativi e quantitativi, permettono di fare esattamente ciò che non è (ancora) possibile nei database commerciali: conoscere l'impatto esercitato da articoli/autori spagnoli su altri articoli/autori spagnoli così da supplire ai limiti di copertura degli indici di citazioni convenzionali.

B) Soluzioni pseudo-bibliometriche

In assenza del conteggio delle citazioni, il ricorso a liste precompilate di riviste suddivise in classi di merito da commissioni di esperti della materia è l'escamotage più diffuso per risolvere in maniera pseudo-bibliometrica un problema non bibliometrico: si traducono differenze qualitative in differenze quantitative applicando una forma larvata di *peer review* al contenitore anziché al contenuto. Lo stesso stratagemma viene utilizzato per automatizzare la valutazione delle monografie: si stabilisce un ordine di merito tra gli editori e si assegna alla monografia una classe di merito predefinita sulla base del prestigio accordato alla casa editrice che ne ha curato la pubblicazione. Ecco alcuni esempi di liste classificate di riviste:

- l'australiana ERA HCA 2010 (Excellence in Research for Australia Humanities and Creative Arts) Journal List, utilizzata in occasione dell'esercizio nazionale di valutazione della ricerca australiana nel periodo 2003-2008 (<w3.unisa.edu.au/rqie/submission.asp>);
- ERIH (European Reference Index for the Humanities) della European Science Foundation (<www2.esf.org/asp/ERIH/Foreword/search.asp>);
- DICE (Difusión y Calidad Editorial de las Revistas Españolas de Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas), a cura del CSIC spagnolo (<dice.cindoc.csic.es>);
- CIRC (Clasificación Integrada de Revistas Científicas), una classifica nata dall'integrazione di dati provenienti da altri repertori spagnoli utilizzati dalle agenzie di valutazione della ricerca (<www.ec3metrics.com/circ>).

La selezione delle riviste da includere in questi repertori si fonda, oltre che sulle opinioni di esperti della materia, su vari parametri oggettivi, come la presenza di *peer review*, l'autorevolezza e la caratura nazionale/internazionale degli autori, dei revisori e del comitato editoriale, la disseminazione in cataloghi nazionali e internazionali, l'indicizzazione nei principali database bibliografici¹²⁹. Esperimenti simili ai precedenti, mirati a costruire ranking di editori anziché di riviste, sono stati condotti a più riprese¹³⁰. Per quanto ispirate a criteri di selezione raffinati e multidimensionali, le liste classificate tradiscono il loro limite nell'impatto con le applicazioni pratiche, come illustrato dalla parabola dei ranking di ERA 2010 e ERIH.

ERIH classifica le migliori riviste di scienze umane (non solo europee), incluse quelle nelle lingue nazionali, secondo il giudizio di commissioni di esperti formate da oltre 140 ricercatori provenienti da 28 paesi diversi. La lista è utile perché raccoglie una base di consenso molto ampia. La sua evoluzione, d'altra parte, ne ha smascherato l'ambiguità profonda. Nella versione originaria le riviste di ERIH erano classificate in gruppi contrassegnati dalle lettere A, B, C che suggerivano, in maniera inequivocabile, una gerarchia qualitativa tra i titoli in funzione del grado più o meno internazionale di visibilità. Le reazioni negative della comunità scientifica e degli editori hanno condotto, ben presto, a un drastico cambiamento di rotta. Per scongiurare l'uso semplicistico di ERIH nelle valutazioni, infatti, i suoi curatori hanno rimpiazzato le etichette iniziali dei gruppi con descrizioni verbali affidate a concetti, come *scholarly significance* e *influence*, la cui inadeguatezza in sede di valutazione è storicamente una delle ragioni d'essere della bibliometria stessa. La differenza tra le categorie – sottolineano i promotori della lista – «non è qualitativa ma di tipologia», mentre la nomenclatura iniziale aveva causato il fraintendimento che l'ordine fosse gerarchico in senso qualitativo¹³¹.

¹²⁹ Vedi, ad esempio, la metodologia DICE (<dice.cindoc.csic.es/metodologia.php>).

¹³⁰ Per una rassegna vedi Elea Giménez-Toledo; Adelaida Román-Román, *Assessment of humanities and social sciences monographs through their publishers. A review and a study towards a model of evaluation*, «Research Evaluation», 18 (2009), n. 3, p. 201-213.

¹³¹ European Science Foundation, *European Reference Index for the Humanities (ERIH). Frequently Asked Questions*, <www.esf.org/hosting-experts/scientific-review-groups/humanities-hum/erih-european-reference-index-for-the-humanities/frequently-asked-questions.html#c104972>.

Una sorte analoga è toccata alla lista australiana, che nella versione 2012 ha cancellato le quattro classi di merito A*, A, B, C impiegate nella versione precedente rimpiazzandole, in maniera decisamente più coerente rispetto a ERIH, con indicatori puramente quantitativi (non basati sulle citazioni) e giustificando la svolta con la motivazione che «il focus sul ranking di riviste ha condotto ad alcune conseguenze indesiderabili»¹³².

C) La necessità del compromesso

L'equivoco alle origini della revoca ufficiale della lista ERA 2010 e della reinterpretazione delle classifiche di ERIH consiste nel ritenere che le soluzioni bibliometriche e quelle pseudo-bibliometriche siano equivalenti e sostanzialmente intercambiabili o che le seconde siano addirittura superiori alle prime in virtù del giudizio qualitativo degli esperti nell'assegnazione delle classi di merito. Niente di più sbagliato. Così come la bibliometria non dà informazioni di merito equivalenti al giudizio degli esperti, potendo al più fungere da complemento di questi ultimi, allo stesso modo una semplice classifica di titoli o editori non fornisce indicazioni quantitative sulle differenze di qualità tra i documenti paragonabili a quelle estratte dall'analisi statistica delle reti bibliografiche. Affermare che l'articolo (o la monografia) *X* è migliore dell'articolo (o della monografia) *Y* perché un gruppo di esperti ha stabilito che la rivista (o l'editore) da cui proviene *X* è un gradino più in alto della rivista (o editore) da cui proviene *Y* significa appropriarsi in maniera indebita dell'unica prerogativa che nessuno potrà mai togliere a oltre 50 anni di analisi delle citazioni: la capacità di fornire indicazioni statisticamente significative sulla trama dei legami intellettuali nati 'spontaneamente' all'interno di una comunità scientifica impegnata nella soluzione di problemi su un fronte di ricerca (e non seduta a tavolino a decidere, in modo riflessivo, se una soluzione è meglio di un'altra in base al contenitore di provenienza). Cionondimeno, la tendenza ad appiattire l'una sull'altra le due dimensioni della qualità e della (finta) quantità è ormai dilagante, soprattutto nei sistemi informativi allestiti in occasione degli esercizi nazionali di valutazione.

¹³² Australian Research Council, *ERA Frequently Asked Questions*, <web.archive.org/web/20120316150919/http://www.arc.gov.au/era/faq.htm>. La pagina è stata recuperata tramite il servizio *Wayback Machine - Internet Archive* (<archive.org/web/>), in quanto la versione corrente delle *FAQ* non contiene più il passo citato.

In Italia sono state prodotte liste classificate di riviste sia per la VQR 2004-2010 che per le abilitazioni nazionali dei professori universitari nei settori non bibliometrici. In entrambi i casi, la pubblicazione delle liste ha suscitato forti critiche in merito alla scarsa lungimiranza dei criteri di classificazione. Altrove si è proceduto in modo simile, facendo attenzione a consolidare quanto più possibile la base di consenso nella definizione dei criteri di valutazione dei titoli. Un'esperienza emblematica al riguardo è CRISTin, il sistema informativo norvegese, che raccoglie e rende disponibili online le registrazioni bibliografiche di pubblicazioni e progetti di ogni area disciplinare provenienti da università, ospedali e istituti di ricerca della Norvegia (<www.cristin.no>). Un progetto analogo, anche se su scala ridotta, è il VABB-SHW (Vlaams Academisch Bibliografisch Bestand voor de Sociale en Humane Wetenschappen) delle università delle Fiandre (<www.ecoom.be/en/vabb>), a cura dell'ECOOM belga. In CRISTin la scheda di ciascuna pubblicazione acquisisce, nel momento stesso in cui viene inserita, un'indicazione qualitativa standard (livello 1 o 2) derivata da classifiche predefinite di riviste ed editori. L'attribuzione dei livelli di qualità è curata da una commissione permanente della Norwegian Association of Higher Education Institutions, che si avvale della consulenza di gruppi di specialisti nelle varie discipline¹³³. Nel caso delle monografie, in particolare, data la difficoltà di accertare l'esistenza di *peer review*, solo gli editori internazionali di fama consolidata raggiungono il livello 2 (massimo) di eccellenza. In VABB-SHW la lista norvegese degli editori di livello 2 è ripresa e integrata da editori fiamminghi e internazionali. Qui la valutazione delle monografie è arricchita dalla facoltà degli editori di apporre ai titoli un'etichetta *gprc* (*guaranteed peer review content*) validata da una commissione indipendente di esperti, mentre la valutazione delle riviste tiene conto sia del grado di copertura in WoS che, nel caso di riviste non-WoS, di parametri qualitativi indipendenti.

Come si esce dal vicolo cieco delle liste classificate? Ha senso parlare di bibliometria nelle scienze umane e sociali? Che caratteristiche deve avere un indicatore bibliometrico adeguato ai contorni sfumati di questi settori? Per quanto sia difficile dare una risposta a tali quesiti, una cosa è certa: non può esistere una scorciatoia pseudo-

¹³³ La *Norwegian list* delle riviste è accessibile all'URL <<https://dbh.nsd.uib.no/publiseringskanaler>>.

bibliometrica alle valutazioni. Se ottiene diritto di cittadinanza, l'analisi quantitativa deve svolgersi indipendentemente e in modo complementare alla *peer review* senza pretendere di sostituirsi ad essa con l'espedito del ranking precotto di riviste o editori. Ci sono molteplici direzioni nelle quali ciò può avvenire. Per le riviste gli esperimenti in stile IN~RECS sono un modello riproducibile. Per le monografie esistono almeno tre sorgenti di dati sensibili con cui integrare i numeri di citazioni ricavati dai database bibliometrici:

- il numero di volte in cui un libro compare nelle biblioteche della stessa area disciplinare;
- il numero di recensioni della monografia in riviste di prestigio e di menzioni in liste di *key readings*;
- il numero di volte in cui un libro è stato prestato o scaricato dalla rete (legalmente o illegalmente).

Non sono indicatori paragonabili alle citazioni, ma raccontano qualcosa sull'impatto delle monografie che non dipende dal giudizio di un gruppo ristretto di esperti sullo status dei soggetti (gli editori) responsabili della loro pubblicazione. Ciascuno di tali indicatori grezzi, a sua volta, avrebbe il permesso di entrare nel gioco delle valutazioni comparative solo dopo essere stato normalizzato in relazione a un appropriato *reference set*, in modo analogo a quanto visto per gli indicatori introdotti nel capitolo 3¹³⁴. A quel punto si potrebbe, a ragion veduta, parlare di *informed peer review* anche nelle scienze umane e sociali.

¹³⁴ Due tentativi simili (ma indipendenti) di costruire indicatori normalizzati basati sull'analisi quantitativa dei titoli di monografie nei cataloghi di biblioteca sono riportati in: Daniel Torres-Salinas; H. F. Moed, *Library catalog analysis as a tool in studies of social sciences and humanities. An exploratory study of published book titles in economics*, «Journal of Informetrics», 3 (2009), n. 1, p. 9-26; Howard D. White [et al.], *Libcitations. A measure for comparative assessment of book publications in the humanities and social sciences*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 60 (2009), n. 6, p. 1083-1096. Un esperimento di stima dell'impatto delle monografie basato sul numero di *download* è descritto, invece, in Ronald Snijder, *Measuring monographs. A quantitative method to assess scientific impact and societal relevance*, «First Monday», 18 (2013), n. 5, DOI: 10.5210/fm.v18i5.4250.

4.3. Dalla cybermetrica all'altermetrica

Internet e il World Wide Web hanno rivoluzionato il modo in cui gli scienziati cercano, assimilano, rielaborano, producono e condividono l'informazione scientifica. Il ciclo di vita dei documenti si svolge ora in gran parte all'interno di personal computer interconnessi su scala planetaria tramite protocolli standard di comunicazione. Le tracce del loro passaggio non sono più necessariamente limitate ai legami formali istituiti dalle citazioni bibliografiche. Visualizzazione e *download* di file, invocazioni, riconoscimenti, raccomandazioni, assegnazione di voti e preferenze online, inclusione in cataloghi, bookmarks e database bibliografici condivisi sono tutte forme di interazione tra documenti/autori che è possibile ora analizzare, in termini quantitativi, dopo averle recuperate direttamente da una pagina web (sotto forma di hyperlink, blog post, tweet, record bibliografico condiviso, ecc.) oppure dai *log file* di un server (sotto forma di dati relativi all'accesso e al *download* di un dato documento). Il recupero e l'analisi di queste tracce informali di comunicazione scientifica rappresentano un possibile nuovo inizio per gli studi bibliometrici, una liberazione dalla schiavitù delle citazioni e dei repertori commerciali che le impacchettano per l'uso.

Le prime manifestazioni d'interesse per il nuovo ambiente hanno dato vita al fronte di ricerca della cybermetrica (*cybermetrics*): l'analisi quantitativa dei documenti in formato digitale disseminati nella rete Internet. Data la quasi sinonimia tra Internet e World Wide Web stabilita sin dalle origini per la stragrande maggioranza delle applicazioni, la cybermetrica è chiamata spesso anche webmetrica (*webometrics*). In effetti, gran parte degli studi cybermetrici si concentra proprio sulle relazioni tra documenti disponibili nella rete ipertestuale e ipermediale del Web. Nella misura in cui tali contenuti sono articoli scientifici in formato digitale e gli hyperlink sono citazioni bibliografiche che li collegano sui server degli editori o negli *open archives*, la webmetrica non si differenzia dalla bibliometria. Quando, invece, i contenuti sono generici documenti online, ad esempio una comune pagina web all'interno di un sito, allora lo scenario cambia drasticamente. In parte, l'analogia con la letteratura scientifica funziona ancora, poiché il Web esibisce una struttura bibliografica apparente, con gli hyperlink tra risorse formalmente simili alle citazioni bibliografiche (link in uscita = *bibliographic reference*; link in entrata = *citation*). D'altro canto, anche circoscrivendo l'analisi al *webspace* accademico, il significato degli hyper-

link non è in alcun modo assimilabile a quello delle citazioni (raramente si crea un link per saldare un debito intellettuale), non esistono strumenti paragonabili agli indici di citazioni per contare gli hyperlink (al di fuori di funzionalità molto limitate di alcuni motori di ricerca generalisti), né il contenuto, lo scopo e la stabilità delle pagine web appaiono in minima parte assimilabili a quelli degli articoli di rivista (una stessa pagina può cambiare radicalmente da un giorno all'altro o scomparire del tutto).

Malgrado le differenze inconciliabili, la cybermetrica ha seguito le orme della bibliometria in tutto e per tutto, sfruttando l'analogia link-citazione per estendere tecniche consolidate di analisi allo studio della struttura comunicativa del Web in varie direzioni¹³⁵:

- progettazione e sperimentazione di *crawler* artigianali per il recupero di dati grezzi sulla rete di hyperlink negli spazi web accademici;
- analisi dei *log file* dei server web per recuperare il numero di accessi e *download* dei documenti e studiarne la correlazione con le tradizionali statistiche sulle citazioni;
- costruzione di indicatori webmetrici per misurare la visibilità dei siti web in analogia con l'*IF* e gli altri indicatori normalizzati basati sulle citazioni;
- estensione delle tecniche di analisi delle reti sociali alla rete di hyperlink in particolari aree del Web, allo scopo di evidenziarne la struttura socio-cognitiva (*hyperlink network analysis*);
- applicazione di strumenti matematici avanzati alla struttura di Internet e del World Wide Web, studiati come casi particolari di reti complesse dotate di auto-organizzazione (*self-organizing networks*).

Restringendo il perimetro alla letteratura scientifica online, si trovano alcuni sviluppi interessanti. Sul fronte delle statistiche d'uso, progetti come COUNTER (Counting Online Usage of Networked Electronic Resources), SUSHI (Standardized Usage Harvesting Initiative) e MESUR (MEtrics from Scholarly Usage of Resources) hanno favorito l'adozione di standard e protocolli condivisi per

¹³⁵ Per una rassegna vedi Mike Thelwall; Liwen Vaughan; Lennart Björneborn, *Webometrics*, «Annual Review of Information Science and Technology», 39 (2005), p. 81-135.

uniformare il modo in cui tali statistiche sono registrate e comunicate e per facilitarne la raccolta dai server degli editori, così da preparare il terreno per la definizione di uno *usage factor* capace di fungere da complemento dell'*IF*¹³⁶.

L'ultima fase di evoluzione del Web in senso dinamico, interattivo e cooperativo – il cosiddetto Web 2.0 – ha aperto orizzonti apparentemente ancora più luminosi per la bibliometria. I ricercatori possono oggi condividere molte più informazioni rispetto al passato sulle attività che precedono e seguono l'uscita di un lavoro scientifico, ad esempio frequentando *social networks* dedicati alla condivisione di dati di varia natura, dai record bibliografici ai protocolli sperimentali, oppure pubblicando commenti in tempo reale sul lavoro dei colleghi via blog e tweet. Software come *Mendeley* eliminano ogni barriera tra le attività di recupero e gestione dell'informazione personale imprigionata nel recinto del proprio desktop e quelle della collettività di studiosi che condividono gli stessi interessi. Diventa allora possibile conoscere immediatamente il numero di *readers* per un certo documento e come sono suddivisi per disciplina, status accademico, area geografica. Servizi come *Academia.edu* estendono all'universo accademico le pratiche di condivisione file che hanno decretato il successo delle reti *peer-to-peer*, permettendo al tempo stesso di assemblare statistiche rudimentali sui contatti virtuali tra studiosi (*profile views*, *document views*, *followers*). Software come *VIVO* (<VIVOweb.org>) sfruttano i protocolli e le tecnologie del web semantico per costruire una rete navigabile di profili individuali arricchiti da informazioni di ogni tipo sull'identità, gli interessi e le attività scientifico-didattiche dei ricercatori affiliati alle istituzioni che aderiscono al progetto. L'immagine stantia dell'accademia come spazio fisico e mentale chiuso tra quattro pareti lascia così il posto a luoghi aperti nei quali esistono tracce di attività e conversazioni online che maturano molto più velocemente delle citazioni negli articoli di rivista e che possono, in linea di principio, essere recuperate e quantificate. In più, nel nuovo ambiente l'evocazione di un documento o di un autore non è riducibile a una semplice unità indifferenziata (la citazione), ma si presenta in un contesto utile a esplicitarne il senso positivo o negativo (approvazione, rifiuto, critica, ecc.).

¹³⁶ La documentazione relativa al progetto MESUR si raggiunge a partire da <mesur.lanl.gov/MESUR.html>.

Attingere a questa miniera di dati per sfruttarne le potenzialità e renderla fruibile attraverso strumenti di facile utilizzo è la sfida più recente raccolta dagli studi quantitativi della scienza, con l'esplicito intento di promuovere metriche alternative (*altmetrics*) alle bibliometriche che possano servire da complemento a forme tradizionali e chiuse di valutazione come la *peer review* e l'analisi delle citazioni¹³⁷. Il sito <altmetrics.org> funge da *hub* per le idee e le iniziative del movimento omonimo. Oltre a un manifesto programmatico, ospita i link a progetti e applicazioni sperimentali di cattura dell'impatto 2.0: *ImpactStory* per l'aggregazione di conversazioni online da vari servizi di *social networking/bookmarking*; *PLoS Impact Explorer* per la raccolta delle tracce di vita digitale che confluiscono nelle pionieristiche *article level metrics* di *PLoS (Public Library of Science)*; *PaperCritic* per la consultazione e l'inserimento di recensioni dei documenti accessibili nella biblioteca digitale di *Mendeley*. In parallelo, sta nascendo anche un mercato di dati 2.0 nel quale è possibile acquistare, da provider come *Altmetric.com* e *Plum Analytics (EBSCO)*, la licenza per l'accesso ai pronipoti alter-metrici dello *SCI*.

Esiste già una corposa bibliografia sulle metriche alternative, tanto per la parte che riguarda le analisi d'uso dei documenti condotte sui *log file* dei server di editori e *open archives* di letteratura scientifica¹³⁸, quanto per le nuove metriche 2.0 basate sulle transazioni degli utenti nei servizi di *social networking*¹³⁹. Un obiettivo strategico di molti studi è verificare se esiste una correlazione positiva tra le frequenze di *download* o di evocazione sul *social Web* di un documento e gli indicatori bibliometrici tradizionali. Se la correlazione esistesse e fosse documentata in modo inequivocabile su campioni significativi di letteratura scientifica, allora si potrebbero utilizzare le metriche alternative come sintomi che segnalano, in anticipo sul commercio accademico delle citazioni, l'impatto futuro delle pubblicazioni. La risposta, purtroppo o per fortuna, non è univoca: la correlazione esiste in alcuni casi, mentre appare minima o

¹³⁷ Jason Priem [et al.], *Altmetrics. A manifesto*, v.1.01 (2011), <altmetrics.org/manifesto>.

¹³⁸ Per una rassegna vedi Michael J. Kurtz; Johan Bollen, *Usage bibliometrics*, «Annual Review of Information Science and Technology», 44 (2010), n. 1, p. 1-64.

¹³⁹ Per una rassegna vedi D. Torres-Salinas; Álvaro Cabezas-Clavijo; Evaristo Jiménez-Contreras, *Altmetrics. New indicators for scientific communication in Web 2.0*, «Comunicar», 21 (2013), n. 41, p. 53-60.

moderata in altri¹⁴⁰. Questo non significa che le misure alternative sono inutili. Semplicemente, raccontano una storia diversa da quella delle citazioni. Non tutti i lettori e utilizzatori della letteratura accademica sono accademici che scrivono su riviste scientifiche, e persino tra coloro che pubblicano articoli, una buona parte scarica, legge e condivide materiali che poi non cita. In prospettiva, quindi, le alternative consentiranno probabilmente ai bibliometristi di aggiungere al proprio arsenale uno strumento più sensibile alla rilevanza sociale dei prodotti della ricerca di quanto non siano gli indici di citazioni. Ma le difficoltà tecniche e concettuali restano e per certi aspetti si aggravano: chi garantisce l'integrità dei dati e la ripetibilità delle osservazioni (due aspetti già problematici nei database tradizionali)? Come si costruisce un valore atteso di tweet e blog post con cui normalizzare i numeri grezzi? Come si confrontano gli articoli più vecchi, quindi meno esposti a vita sociale virtuale, con quelli più recenti? Come si evitano i trucchi e le contraffazioni? E soprattutto: che significato può avere, in termini di merito scientifico, la visibilità online a confronto dell'impatto consegnato ai legami deboli delle citazioni bibliografiche?

¹⁴⁰ Vedi, ad esempio: J. Bollen [et al.], *Toward alternative metrics of journal impact. A comparison of download and citation data*, «Information Processing & Management», 41 (2005), n. 6, p. 1419-1440; M. Thelwall [et al.], *Do altmetrics work? Twitter and ten other social web services*, «PLoS ONE», 8 (2013), n. 5, e64841, DOI:10.1371/journal.pone.0064841.

5. Mappe della scienza

Per comodità di linguaggio e per necessità burocratico-amministrative la scienza è spesso rappresentata in termini di superfici e oggetti modulari dai contorni ben definiti: un aggregato di settori, campi o aree di ricerca, un mosaico di domini disciplinari, un puzzle a incastro (*jigsaw puzzle*) di specialità e fronti di ricerca. Ciascun settore, a sua volta, è opportunamente descritto come un insieme costituito da unità elementari (i singoli documenti), raggruppati per affinità tematica in contenitori (le riviste scientifiche) che formano, perlomeno nei domini delle scienze biomediche e fisico-naturalistiche, la base documentaria delle discipline istituzionalizzate sotto forma di insegnamenti universitari, società scientifiche, classi di concorso. Ogni area di ricerca, a sua volta, è il campo d'azione di gruppi più o meno visibili di individui che, spesso al di là di barriere geografiche e designazioni formali, collaborano alla soluzione di problemi condivisi.

Costruire mappe dettagliate del territorio della scienza ricomponendo le tessere del puzzle attraverso le relazioni bibliografiche tra documenti è uno degli obiettivi strategici della bibliometria che utilizza, allo scopo, il semplice principio della co-occorrenza di informazioni: più due elementi (parole, nomi, codici di classificazione, riferimenti bibliografici) compaiono assieme nello stesso corpus di fonti appartenenti a un dominio di ricerca, maggiore la probabilità che la loro co-occorrenza indichi una relazione strutturale tra concetti caratteristici di quel dominio e minore, di conseguenza, la distanza tra i punti che li rappresentano sulla mappa. Una delle forme di analisi delle co-occorrenze più comuni in bibliometria è lo studio delle reti di collaborazione scientifica attraverso i legami di *co-authorship* delle pubblicazioni. Spaziando in lungo e in largo su tutti i possibili livelli di aggregazione (singoli scienziati, gruppi, istituzioni, nazioni), questo filone d'indagine ha confermato tanto la crescita inarrestabile della dimensione collaborativa della ricerca scientifico-tecnologica prefigurata da Price negli anni Sessanta quanto il valore strategico delle collaborazioni, in particolare di quelle internazionali, nella promozione dell'impatto¹⁴¹. Un'altra

¹⁴¹ Vedi, ad esempio: Massimo Franceschet; Antonio Costantini, *The effect of scholar collaboration on impact and quality of academic papers*, «Journal of

forma molto comune di analisi delle co-occorrenze ruota attorno ai documenti citati nelle bibliografie degli articoli scientifici e fa ampio ricorso a strumenti avanzati di *data mining* per captare le informazioni nascoste nelle loro associazioni ricorrenti.

5.1. L'analisi delle cocitazioni

Verso la fine degli anni Cinquanta, quando lavorava al M.I.T., Myer Kessler sperimentò un sistema di classificazione della letteratura scientifica basato sugli accoppiamenti bibliografici (*bibliographic coupling*). Due o più documenti sono accoppiati se le loro bibliografie condividono almeno un riferimento bibliografico. La tecnica produceva raggruppamenti insoliti rispetto alle classificazioni tradizionali, ma test successivi mostrarono che, in combinazione con altre forme di indicizzazione, gli accoppiamenti bibliografici contribuiscono a migliorare le prestazioni di un sistema di *information retrieval*¹⁴². Nei primi anni Settanta, rovesciando la prospettiva di Kessler, Henry Small a Filadelfia e Irina Marshakova a Mosca adottarono le cocitazioni (*cocitations*), anziché gli accoppiamenti bibliografici, come unità di analisi¹⁴³. Due documenti sono cocitati se compaiono entrambi nella bibliografia della stessa pubblicazione scientifica. Sia gli accoppiamenti bibliografici che le cocitazioni, quindi, raggruppano dei documenti in funzione di informazioni estratte dalle bibliografie: nel primo caso la classificazione avviene dal lato dei 'citanti' che condividono un nucleo comune di fonti, nel secondo dal lato dei 'citati' che vengono condivisi, a due a due, in un certo numero di fonti. Quando il numero di co-occorrenze aumenta per una o più coppie di documenti è verosimile che l'associazione non sia casuale, ma rifletta dei nessi strutturali tra i concetti veicolati da quei documenti: è come se, concordando sul set di fonti essenziali per il pro-

Informetrics», 4 (2010), n. 4, p. 540-553; V. P. Guerrero-Bote; Carlos Olmeda-Gómez; F. Moya-Anegón, *Quantifying the benefits of international scientific collaboration*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 64 (2013), n. 2, p. 392-404.

¹⁴² Myer M. Kessler, *Bibliographic coupling between scientific papers*, «American Documentation», 14 (1963), n. 1, p. 10-25.

¹⁴³ H. G. Small, *Co-citation in the scientific literature. A new measure of the relationship between two documents*, «Journal of the American Society for Information Science», 24 (1973), n. 4, p. 265-269.

prio lavoro, gli autori citanti stiano in qualche modo delineando i confini intellettuali del loro campo di ricerca. Diversamente dagli accoppiamenti bibliografici, tuttavia, le cocitazioni sono proiettate in avanti e dipendono dall'impatto. Solo i documenti molto citati possono essere anche molto cocitati e deve passare un certo lasso di tempo affinché le (co)citazioni si accumulino, mentre un articolo appena pubblicato può immediatamente accoppiarsi con altri articoli citando le stesse fonti.

Gli esperimenti pionieristici di Kessler e Small prepararono il terreno per l'evoluzione successiva della cartografia scientifica. Nonostante il tentativo fallito, da parte dell'ISI, di far confluire in un gigantesco *Atlas of Science* le mappe derivate dall'analisi delle cocitazioni estratte dai file annuali dello SCI, la popolarità delle mappe bibliometriche è cresciuta negli ultimi decenni di pari passo con il desiderio dei cartografi di percorrere nuove strade. Alcuni hanno sperimentato unità di analisi alternative agli accoppiamenti bibliografici e alle cocitazioni al livello dei documenti, avventurandosi nell'analisi delle cocitazioni al livello degli autori¹⁴⁴, delle riviste¹⁴⁵, delle *subject categories*¹⁴⁶. Altri hanno cercato di potenziare la risoluzione delle mappe attraverso metodi ibridi basati sull'analisi congiunta di testo e reti bibliografiche¹⁴⁷, oppure applicando gli algoritmi della *network analysis* ai legami bibliografici diretti tra documenti, autori, riviste¹⁴⁸. Negli ultimi anni, poi, i pro-

¹⁴⁴ H. D. White; Belver C. Griffith, *Author cocitation. A literature measure of intellectual structure*, «Journal of the American Society for Information Science», 32 (1981), n. 3, p. 163-171.

¹⁴⁵ Katherine W. McCain, *Mapping economics through the journal literature. An experiment in journal cocitation analysis*, «Journal of the American Society for Information Science», 42 (1991), n. 4, p. 290-296.

¹⁴⁶ Benjamin Vargas-Quesada; Félix Móya-Aneón, *Visualizing the structure of science*. Berlin: Springer, 2007.

¹⁴⁷ Robert R. Braam; H. F. Moed; A. F. J. van Raan, *Mapping of science by combined co-citation and word analysis. I: Structural aspects*, «Journal of the American Society for Information Science», 42 (1991), n. 4, p. 233-251; *Id.*, *Mapping of science by combined co-citation and word analysis. II: Dynamical aspects*, «Journal of the American Society for Information Science», 42 (1991), n. 4, p. 252-266.

¹⁴⁸ Ismael Rafols; Alan L. Porter; L. Leydesdorff, *Science overlay maps. A new tool for research policy and library management*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 61 (2010), n. 9, p. 1871-1887.

gressi della grafica computerizzata nella visualizzazione dei dati scientifici e la disponibilità di algoritmi di analisi raffinati e scalabili hanno trasformato le mappe in rappresentazioni sempre più particolareggiate, dinamiche e interattive di territori scientifici di varia complessità ed estensione, dalle aree di ricerca emergenti all'insieme delle discipline scientifiche in cui si articola la scienza nel suo complesso¹⁴⁹.

L'algoritmo per fare un'analisi delle cocitazioni è rimasto pressoché invariato dagli anni Settanta. Nel mostrarne i passaggi si farà riferimento alle due unità analitiche più comuni, i documenti (la tecnica originaria) e gli autori (la tecnica meglio documentata), utilizzando come *case study* di esempio l'analisi dei profili intellettuali di *information scientists* anglosassoni condotta da Howard White e Katherine McCain verso la fine degli anni Novanta¹⁵⁰.

A) Recupero dei dati da analizzare

In una *document cocitation analysis*, si interroga un indice di citazioni per individuare il set iniziale di articoli appartenenti all'area tematica da mappare, quindi si recuperano i documenti che citano il set di partenza. Oggi è relativamente facile compiere questa prima operazione in WoS o Scopus: una volta selezionate accuratamente le parole chiave che definiscono l'area oggetto di mappatura e recuperati i record bibliografici, si limita il set iniziale agli articoli citati al di sopra di una certa soglia (ad esempio articoli con almeno 10 o 20 citazioni) e si crea un *citation report* (o *citation overview*) per tali record così da risalire al set dei *citing articles*. In una *author cocitation analysis*, dato che il punto di partenza non sono semplicemente articoli su un certo argomento, ma tutte le pubblicazioni degli autori chiave in una disciplina o area di ricerca, si può ricavare la lista ini-

¹⁴⁹ K. Börner, *Atlas of science. Visualizing what we know*. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.

¹⁵⁰ H. D. White; K. W. McCain, *Visualizing a discipline. An author co-citation analysis of information science, 1972-1995*, «Journal of the American Society for Information Science», 49 (1998), n. 4, p. 327-355. Per ulteriori approfondimenti sulla tecnica si indirizza il lettore a due fonti: K. W. McCain, *Mapping authors in intellectual space. A technical overview*, «Journal of the American Society for Information Science», 41 (1990), n. 6, p. 433-443; Sean B. Eom, *Author cocitation analysis. Quantitative methods for mapping the intellectual structure of an academic discipline*. Hershey, PA: Information Science Reference, 2009.

ziale di autori da analizzare mediante una ricerca bibliografica analoga alla precedente selezionando, ad esempio, gli autori più citati tra quelli che hanno scritto su un certo argomento o su un certo gruppo di riviste, oppure mediante una lista precompilata sulla base di criteri qualitativi. White e McCain, nell'articolo citato, selezionarono come punto di partenza i 120 autori più citati in un set di 12 riviste di *information science*.

B) Estrazione delle cocitazioni

Una volta recuperati i *citing articles*, se ne analizzano le bibliografie per estrarre le coppie di documenti cocitati e le relative frequenze di cocitazione. In teoria, se il database consente ricerche booleane avanzate sul campo delle *cited references*, il recupero delle frequenze di cocitazione può essere fatto direttamente online. In una *author cocitation analysis* su Scopus, ad esempio, si possono recuperare i documenti che cocitano gli autori Einstein e Heisenberg da una semplice ricerca

REFAUTH(einstein) AND REFAUTH(heisenberg)

Quando però il numero delle co-occorrenze da contare cresce oltre una certa soglia, l'approccio manuale diventa troppo laborioso. Per esaurire le combinazioni possibili di 100 autori, ad esempio, la stessa interrogazione andrebbe ripetuta $(100*99)/2=4950$ volte per tutte le coppie possibili di nomi. White e McCain estrassero le coppie dei 120 autori di *information science* analizzati nel loro studio attraverso una macro che interagiva con il sistema DIALOG di accesso online al Social Sciences Citation Index. Ora è tutto più semplice, poiché esistono diversi software capaci di estrarre e contare automaticamente le co-occorrenze nelle bibliografie dei *citing articles*, ad esempio *Bibexcel* e *Sci² Tool*.

C) Preparazione dei dati

Si crea una matrice simmetrica, cioè una tabella quadrata in cui le unità oggetto di analisi – i singoli documenti o autori cocitati estratti dalle bibliografie degli articoli citanti – sono riportate, con lo stesso ordine, sia sulle righe che sulle colonne: la cella collocata all'intersezione tra la riga che rappresenta il documento (o autore) *X* e la colonna che rappresenta il documento (o autore) *Y* contiene il numero grezzo di cocitazioni di *X* e *Y* (Tabella 8).

	Articolo 1 (Autore 1)	Articolo 2 (Autore 2)	Articolo 3 (Autore 3)	Articolo 4 (Autore 4)
Articolo 1 (Autore 1)		Cit (1,2)	Cit (1,3)	Cit (1,4)
Articolo 2 (Autore 2)	Cit (1,2)		Cit (2,3)	Cit (2,4)
Articolo 3 (Autore 3)	Cit (1,3)	Cit (2,3)		Cit (3,4)
Articolo 4 (Autore 4)	Cit (1,4)	Cit (2,4)	Cit (3,4)	

Tabella 8 – Matrice semplificata per l’analisi delle cocitazioni di 4 articoli (o autori).

In *Bibexcel* è possibile creare automaticamente la matrice ed esportarla in formati compatibili con software come *Excel*, *SPSS*, *SAS*, ecc., per le analisi successive. Dopo aver deciso come trattare i valori sulla diagonale – inutili ai fini dell’analisi perché rappresentano i numeri grezzi di citazioni di ogni singolo documento/autore – si applica ai punteggi iniziali una qualche forma di normalizzazione per predisporli all’analisi statistica multivariata. Uno dei metodi più usati, applicato anche da White e McCain, è la trasformazione della tabella di partenza in una matrice di correlazione mediante la sostituzione dei numeri grezzi di cocitazione con i corrispondenti coefficienti di correlazione di Pearson. White e McCain hanno trattato i dati sulla diagonale come valori mancanti.

D) Analisi

Si effettua l’analisi multivariata per ricondurre le differenze quantitative tra profili di cocitazione a differenze qualitative tra profili intellettuali o settori di ricerca. Le diverse intensità di cocitazione tra coppie di documenti/autori vengono così trasformate in relazioni di prossimità e distanza tra punti su un piano bidimensionale o tridimensionale, generando finalmente la mappa. Esistono varie tecniche applicabili in questa fase, come analisi fattoriale, analisi delle componenti principali, analisi dei cluster, scaling multidimensionale, triangolazione, reti neurali. Per inciso, si tratta di tecniche di uso generale in molti settori dove si manipolano quantità di dati incompatibili con l’esame qualitativo a occhio nudo (*big data*), dalla *business intelligence* e dalla ricerca operativa ai sistemi computerizzati per il

monitoraggio delle reti terroristiche. L'obiettivo è sempre lo stesso: ridurre il numero di dimensioni, quindi la complessità della matrice iniziale, preservando le relazioni fondamentali tra le variabili in modo da raggruppare in un numero limitato di classi le coppie di documenti/autori con frequenze simili di cocitazioni. L'operazione ha successo se permette di passare dall'alto numero di variabili iniziali tra loro correlate – i profili di cocitazione dei documenti/autori ricavati nei passaggi precedenti – a un numero ridotto di variabili che esprimono le dimensioni fondamentali del set di partenza e al tempo stesso si prestano a un'interpretazione qualitativa (in termini di specialità, aree tematiche, correnti intellettuali, ecc.). White e McCain utilizzarono l'analisi delle componenti principali per estrarre dalla matrice di correlazione un numero limitato di variabili latenti (le componenti principali o fattori) capaci di spiegare (in senso matematico) i legami e le interrelazioni tra le variabili osservate. Applicarono poi lo scaling multidimensionale, una tecnica derivata dalla psicometria, per costruire le mappe bidimensionali. In Figura 6 è riportata la mappa dei 100 *information scientists* più cocitati lungo il periodo 1988-1995.

E) Interpretazione

Si interpretano i risultati ottenuti confrontando i raggruppamenti ricavati dall'analisi multivariata con le classificazioni convenzionali esistenti in letteratura o con il giudizio qualitativo di specialisti della materia. L'analisi multivariata di White e McCain produsse 12 fattori latenti capaci di spiegare nel complesso l'84% della varianza nei profili di cocitazione. Un esame qualitativo degli autori i cui profili di cocitazione apparivano meglio correlati con i fattori latenti mostrò che tali fattori, in particolare i primi 8, erano perfettamente leggibili in termini di campi di ricerca: *experimental retrieval*, *citation analysis*, *online retrieval*, *bibliometrics*, *general library systems*, *science communication*, *user theory*, *OPAC*. Sulla mappa riprodotta in Figura 6, infatti, gli autori riconducibili a questi settori sono vicini: ad esempio, tutti gli specialisti di *citation analysis* sono concentrati nella zona centrale della sezione sinistra (Garfield, Moed, Narin, Braun, Schubert, Moed, ecc.) e subito sotto di loro si trovano gli specialisti di comunicazione scientifica (Kuhn, Merton, Zuckerman, Garvey, ecc.), con alcuni personaggi 'ponte' tra le due tradizioni correttamente posizionati a metà strada (Price, Moravcsik). Nel complesso, la mappa suggerisce che, in linea di continuità con gli sviluppi maturati nei decenni precedenti, l'*information science* di

area anglosassone degli anni Ottanta-Novanta non era dominata da una o più figure centrali capaci di estendere la loro influenza in modo trasversale, ma tendeva a produrre autori classificabili in due grandi domini o *cluster* ben distinti: da un lato (parte sinistra) gli esperti di comunicazione e letteratura scientifica, con vocazione più o meno quantitativa; dall'altro (parte destra) gli studiosi di teoria e pratica dell'*information retrieval*, con vocazione più o meno sperimentale.

Un esercizio come quello appena visto ha un piccolo difetto per chi si occupa di *evaluative bibliometrics*: non serve a niente. I punti sulla mappa sono autori ben noti, già abbondantemente riconosciuti, onorati e consacrati nei loro settori. Per essere davvero utile in sede di valutazione della scienza, la mappa non può limitarsi a restituire un'istantanea del paesaggio esistente, tanto più se abitato da costellazioni di documenti/autori vecchie di molti anni, ma deve illuminare dinamiche e linee di tendenza attuali. In altri termini, una mappa davvero proficua sul piano manageriale deve catturare i fronti di ricerca e gli autori (individui, gruppi, istituzioni) emergenti¹⁵¹. Per farlo è necessario lavorare in senso longitudinale sovrapponendo, come in un montaggio cinematografico, le fotografie ottenute dalla mappatura trasversale della letteratura scientifica in diversi momenti della sua evoluzione. Un esperimento di *cocitation analysis* condotto, lungo tre spezzoni temporali di cinque anni, sugli articoli di *library & information science* pubblicati tra il 1990 e il 2004 in 21 riviste di settore ha permesso, ad esempio, di aggiornare la mappa di White e McCain con le trasformazioni strutturali più recenti nella disciplina, come l'emergenza di un fronte di ricerca sulle metriche del Web e il ruolo sempre più centrale assunto dall'utente nella costruzione dei sistemi di *information retrieval*¹⁵². Solo facendo emergere la dimensione dinamica e 'attuale' dei legami cognitivi latenti in una rete bibliografica la mappa diventa un oggetto interessante per diverse categorie di utenti potenziali: laboratori di ricerca e sviluppo in cerca di nuovi settori da innovare, governi e

¹⁵¹ Un'introduzione autorevole ma al tempo stesso accessibile al tema della mappatura dei fronti di ricerca emergenti si trova in W. Glänzel, *Bibliometric methods for detecting and analysing emerging research topics*, «El profesional de la información», 21 (2012), n. 2, p. 194-201.

¹⁵² Fredrik Åström, *Changes in the LIS research front. Time-sliced cocitation analyses of LIS journal articles, 1990-2004*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 58 (2007), n. 7, p. 947-957.

imprenditori in cerca di progetti vincenti da finanziare, ricercatori in cerca di argomenti *hot* su cui lavorare o, più modestamente, amministratori e bibliometristi in cerca di classificazioni migliori per le proprie analisi.

5.2. Significato delle mappe

Cosa rappresenta una mappa bibliometrica? È solo una fotografia sfuocata, a uso amministrativo, dei confini tra le diverse aree del sapere oppure, proprio perché redatta in accordo a percezioni di rilevanza interne alla comunità scientifica, contiene informazioni sostanziali sulla struttura intellettuale di quelle aree? È una mappa della scienza o anche, nei limiti del possibile, una mappa della conoscenza? La mappa di White e McCain descritta nel paragrafo precedente, in fin dei conti, non fa altro che confermare l'esistenza di una serie di autori dalla reputazione consolidata in settori di ricerca ben noti dell'*information science*. L'originalità del suo contributo è nulla. Va però sottolineato il fatto che la mappa è stata disegnata non chiedendo le coordinate dei punti a un gruppo di *information scientists*, ma registrando, mediante algoritmi di *data mining*, il consenso spontaneo di una moltitudine di atti indipendenti di citazione bibliografica registrati in un indice di citazioni. A parte l'utilità di un oggetto del genere per il neofita che si avvicina a un'area tematica dai confini inizialmente ignoti, la possibilità di scrivere una storia 'algoritmica' indipendente dal lavoro di raccolta e interpretazione delle fonti primarie da parte dello storico ha notevoli ripercussioni teoriche e pratiche, almeno in prospettiva. Si pensi, ad esempio, al supporto che una mappa bibliometrica potrebbe offrire allo storico della scienza allorché l'aumento esponenziale della quantità di letteratura prodotta nelle varie aree disciplinari risultasse incompatibile persino con la formulazione di ipotesi interpretative iniziali.

I primi esperimenti di Small e Belver Griffith su un campione di documenti estratti dall'edizione 1972 dello SCI davano risultati confortanti, mostrando che è relativamente facile, mediante lo scaling multidimensionale, identificare e rappresentare graficamente in uno spazio a due dimensioni aree specialistiche come la fisica delle particelle o la fisica nucleare, dove l'accordo tra studiosi su documenti e

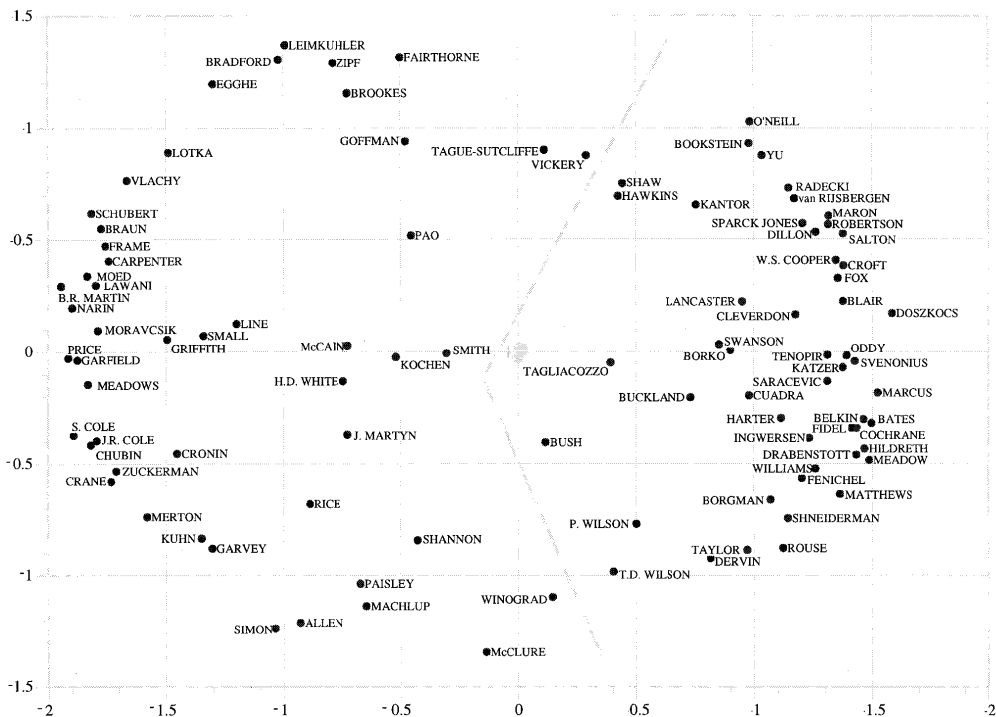


Figura 6 – Cocitation map dei 100 autori più importanti in *information science* nel periodo 1988-1995

(riproduzione autorizzata e adattata tratta da White & McCain 1998, p. 347).

concetti chiave è molto forte. Una corrispondenza di fondo sembrava esistere, sul piano cognitivo, tra la distribuzione dei legami bibliografici e le parole chiave dei titoli degli articoli assegnati a uno stesso *cluster*, mentre appariva più complicato, ma comunque possibile, costruire una mappa delle specialità biomediche, dove alcuni documenti molto citati e cocitati – di solito lavori che illustrano tecniche e metodi largamente condivisi – tagliavano trasversalmente diverse sottoaree¹⁵³. Esistevano, comunque, diversi problemi tecnici e concettuali. Il procedimento iniziale andava rettificato perché la mappa presentava imperfezioni in varie zone. Non era sempre possibile, a differenza di quanto sosteneva Price, riprodurre in una cornice spaziale a due dimensioni le complesse relazioni tra documenti cocitati e specialità scientifiche: i *cluster* ben delineati di documenti affini coesistevano con macro-*cluster* dalla struttura amorfa; la rappresentazione delle diverse regioni disciplinari era nettamente sbilanciata nella direzione delle discipline biomediche; abbondavano documenti e *cluster* isolati. In certi casi, le incongruenze apparivano tali da far presagire una distanza infinita tra i punti: «È come se – ammisero i cartografi – avessimo disegnato una mappa geografica e scoperto che ogni cosa è pressoché in ordine, ma che Albany ha una distanza infinita da Wilmington, sebbene entrambe siano posizionate correttamente in rapporto sia a New York che a Filadelfia»¹⁵⁴.

Le difficoltà dipendevano in gran parte dalla selezione del set iniziale di dati e dai criteri d'identificazione delle reti di cocitazioni. Ci si accorse, ad esempio, che nel determinare la soglia minima di cocitazioni di un documento candidato alla mappatura, era necessario adottare dei coefficienti di normalizzazione per evitare che l'esistenza di documenti troppo citati e cocitati (tipicamente gli articoli metodologici in ambito biomedico) penalizzasse le aree di ricerca più piccole. Divenne subito chiaro, inoltre, che per ottenere una rappresentazione equilibrata il peso delle citazioni dovrebbe variare a seconda delle discipline: i riferimenti bibliografici provenienti da aree di ricerca con basso volume di pubblicazioni e bassa densità di riferimenti bibliografici (la matematica, l'ingegneria) devono

¹⁵³ H. G. Small; B. C. Griffith, *The structure of scientific literature. I: Identifying and graphing specialties*, «Science Studies», 4 (1974), n. 1, p. 17-40.

¹⁵⁴ B. C. Griffith [et al.], *The structure of scientific literature. II: Toward a macro- and microstructure for science*, «Science Studies», 4 (1974), n. 4, p. 363.

avere un peso maggiore di quelli derivati da articoli di discipline in cui si pubblica molto e si cita in abbondanza (l'area biomedica), secondo una logica che abbiamo già incontrato in § 3.4 a proposito degli indicatori normalizzati. Furono introdotti allora sistemi più complessi di elaborazione dei file annuali dello SCI, basati su stragemmi quali il conteggio frazionario delle citazioni (il valore di una citazione è frazionato in base al numero di riferimenti bibliografici contenuti nell'articolo citante), i livelli variabili di cocitazione (il numero di cocitazioni necessario alla creazione di un cluster varia durante il processo analitico in accordo a una regola prestabilita), la formazione di cluster aggregati (cluster di primo livello, cluster di cluster di primo livello, ecc.).

Altre incognite si manifestano, oggi come allora, nella scelta della tecnica di mappatura. Esistono diversi metodi per formare i *cluster* e la scelta di un metodo influenza in maniera decisiva i risultati. L'adozione di una particolare forma di analisi multivariata a scapito di un'altra cambia la posizione relativa dei punti sulla mappa. Nell'analisi fattoriale, ad esempio, le variabili iniziali (le frequenze di cocitazione) vengono ricondotte alla combinazione lineare di un numero ristretto di variabili latenti, chiamate 'fattori', decodificate in termini di specialità, fronti di ricerca, aree di affinità intellettuale. I fattori spiegano le correlazioni osservate tra le variabili iniziali, ma la derivazione degli uni dalle altre non è meccanica. A differenza delle variabili di partenza, i fattori non possono essere osservati o misurati, la determinazione del loro numero non è univoca, esistono vari metodi per estrarli dalla matrice di correlazione iniziale e diversi modi di 'ruotarli' per ottenere una struttura più semplice e più facile da interpretare.

La risposta più intrigante data sinora alle domande sulla natura delle mappe bibliometriche chiama in causa il modello di sviluppo scientifico del filosofo della scienza americano Thomas Kuhn. Le mappe bibliometriche sono, secondo alcuni, un'approssimazione empirica accettabile dei «paradigmi» che per Kuhn orientano le attività di ricerca scientifica nei diversi settori disciplinari. Nel modello kuhniano, la produzione di nuova conoscenza non è un'impresa cumulativa e progressiva, ma una serie di lunghi e pacifici interludi di «scienza normale» interrotti da violente trasformazioni concettuali o

«rivoluzioni scientifiche»¹⁵⁵. Diversamente da quanto sosteneva Merton, nei periodi di normalità gli scienziati non seguono un codice etico di condotta e il loro atteggiamento nei confronti delle teorie esistenti è tendenzialmente conservativo, sia rispetto alle nuove idee che alle persone da cui derivano. A dispetto di ogni vocazione critica e universalistica, il loro lavoro quotidiano è perlopiù orientato alla soluzione di rompicapo (*puzzle-solving*) nel contesto di un paradigma, cioè di una costellazione di teorie, metodi, tecniche, valori condivisi che funge da impalcatura epistemologica per le attività di ricerca.

La nozione di paradigma è una delle più ambigue nel panorama della filosofia contemporanea. Kuhn stesso ne ha fornito molteplici definizioni senza chiarire il suo significato una volta per tutte. Una delle definizioni, tuttavia, è risultata particolarmente congeniale al progetto bibliometrico: il paradigma come esempio concreto di pratica scientifica efficace, modello esemplare di soluzione di rompicapo utilizzabile in sostituzione di regole esplicite nella soluzione di particolari problemi. Questa interpretazione è compatibile con l'ipotesi che i modelli di pratica efficace siano incorporati nella letteratura scientifica più usata e più citata dai ricercatori, e che pertanto i paradigmi siano ben rappresentati dai cluster di articoli molto cocitati¹⁵⁶. Kuhn non avrebbe mai sottoscritto una semplificazione così marcata della sua intuizione chiave. Per lui, come per gran parte dell'epistemologia contemporanea, la letteratura scientifica non è uno specchio fedele della pratica scientifica reale: troppo pulita, lucida, razionale al cospetto di contesti della ricerca e della scoperta tortuosi e ricchi di contraddizioni. D'altro lato, è lecito attendersi che le rivoluzioni scientifiche siano accompagnate da trasformazioni radicali nei modi di selezionare e utilizzare la letteratura precedente e che una traccia di queste trasformazioni affiori anche nella struttura delle reti bibliografiche rivelata dall'analisi bibliometrica. In perfetta sintonia con il ruolo delle citazioni nella valutazione della ricerca, le mappe stimolano domande anziché fornire risposte: mostrano qualcosa, ma non esattamente quello che si vorrebbe mostrassero.

¹⁵⁵ Thomas S. Kuhn, *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 1962.

¹⁵⁶ H. G. Small, *Paradigms, citations and maps of science. A personal history*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 54 (2003), n. 5, p. 394-399.

L'ambiguità non è percepibile solo dall'esterno, in un'ottica critica o filosofica, ma percorre la letteratura bibliometrica stessa in tutta la sua estensione. Alcune analisi quantitative, in effetti, (di)mostrano la correlazione positiva tra mutamenti paradigmatici nella storia della scienza e trasformazioni radicali nelle abitudini bibliografiche dei ricercatori, spingendosi fino a riscrivere, sotto forma di mappe bibliometriche visivamente accattivanti, la dinamica delle teorie scientifiche in termini di avvicendamento di paradigmi e rivoluzioni concettuali¹⁵⁷. Altri studi, al contrario, (di)mostrano che la composizione dei cluster di documenti molto cocitati in occasione di una rivoluzione concettuale riflette, più che la convergenza di idee, le dinamiche sociali dei gruppi di scienziati e delle istituzioni responsabili di quelle pubblicazioni¹⁵⁸. La trama si fa ancora più fitta se, allargando ulteriormente l'obiettivo, l'analisi si concentra sulle co-occorrenze di parole anziché di citazioni bibliografiche. Negli anni Ottanta, un gruppo di sociologi dell'École Nationale Supérieure des Mines di Parigi inaugurò la *coword analysis*, definita come l'analisi statistica delle coppie di parole estratte da titoli, abstract o *full text* degli articoli scientifici. Ispirata dalla teoria dell'«attore-rete» («*actor-network theory*») di Bruno Latour, l'identificazione e l'analisi delle associazioni ricorrenti di parole puntava a far emergere i meccanismi che presiedono alla costruzione dei testi scientifici¹⁵⁹. I gruppi frequenti di parole identificati dall'analisi multivariata diventano qui la materializzazione delle reti problematiche intessute dagli autori per spostare o preservare, a proprio vantaggio, gli equilibri di potere nella rete della comunicazione scientifica. Citazioni bibliografiche e parole, dunque, sembrano raccontare storie bibliometriche molto diverse: le prime parlano di impatto, influenza, qualità in un'ottica normativista (Merton) salvo poi promettere, sotto la lente d'ingrandimento della *cocitation analysis*, un punto d'osservazione privilegiato sulla filosofia kuhniana (sotto molti aspetti la negazione del normativismo di Merton); le seconde parlano di relativismo,

¹⁵⁷ Chaomei Chen, *Mapping scientific frontiers. The quest for knowledge visualization*. London: Springer, 2003.

¹⁵⁸ Kenneth E. Studer; Daryl E. Chubin, *The cancer mission. Social contexts of biomedical research*. Beverly Hills, CA: Sage, 1980.

¹⁵⁹ *Mapping the dynamics of science and technology. Sociology of science in the real world*, a cura di Michel Callon, John Law, Arie Rip. Basingstoke: MacMillan Press, 1986.

retorica, giochi di potere (Latour)¹⁶⁰. Le conseguenze di questa flessibilità interpretativa sulla validità dei costrutti bibliometrici di largo uso nella politica della scienza sono ancora tutte da accertare.

¹⁶⁰ I due poli sembrano inconciliabili, anche se un tentativo matematicamente raffinato di ricondurli a un quadro teorico unitario nel contesto della nozione di entropia e della teoria matematica della comunicazione è stato compiuto in L. Leydesdorff, *The challenge of scientometrics. The development, measurement, and self-organization of scientific communications*, 2nd ed. Parkland, FL: Universal Publishers, 2001.

Conclusioni

Esistono tante metriche nel panorama scientifico contemporaneo: econo-metria, psico-metria, socio-metria, chemo-metria, e così via. Ciascuna enfatizza gli aspetti quantitativi di oggetti e processi rilevanti per la disciplina da cui prende il nome. La bibliometria, di contro, non è radicata in un particolare dominio di conoscenze. Anzi, manipolando flussi informativi che appartengono al processo di produzione e comunicazione delle conoscenze in tutta la sua generalità, promette qualcosa che è al di fuori della portata delle altre metriche: rivelare la struttura intima della scienza (mappe bibliometriche) e 'indicare' l'occorrenza del valore epistemico ovunque se ne presentino le tracce (indicatori di performance basati sulle citazioni). La prima parte di questo libro ha raccontato la storia di come, sotto la spinta di esigenze e opportunità politiche, tali promesse si siano trasformate ben presto in aspettative di *performance* che hanno condizionato (e in larga misura appiattito) gli stili di ricerca delle comunità scientifiche, al punto che la bibliometria si trova oggi a «fronteggiare i fantasmi che essa stessa ha evocato»¹⁶¹. In molti, nonostante tutto, continuano a elogiare il potere quasi taumaturgico della bibliometria nel management della scienza e la seconda parte di questo volume ha mostrato come, entro certi limiti e con le dovute accortezze metodologiche, si possano effettivamente adottare gli indicatori bibliometrici per trarre indicazioni operative utili nella valutazione comparativa di documenti e autori.

Difficilmente si raggiungerà un accordo risolutivo tra fautori e detrattori degli indicatori bibliometrici per la valutazione della qualità della ricerca. Ci sono troppi argomenti a favore della superiorità dei giudizi qualitativi da un lato, e almeno altrettanti esempi concreti della fallibilità di quegli stessi giudizi e della necessità di parametri meno soggettivi di valutazione dall'altro, mentre non esiste (non può esistere) una prova empirica universalmente valida della superiorità delle valutazioni bibliometriche rispetto ad altre forme di valuta-

¹⁶¹ Jochen Gläser; Grit Laudel, *The social construction of bibliometric evaluations*. In: *The changing governance of the sciences. The advent of research evaluation systems*, a cura di Richard Whitley, J. Gläser. Dordrecht: Springer, 2007, p. 119.

zione. I detrattori insisteranno sul fatto che le unità analitiche della bibliometria (pubblicazioni, *authorship*, reti di collaborazioni, citazioni, cocitazioni, ecc.) sono fragili, facilmente manipolabili e obbediscono a leggi autoreferenziali che rispecchiano tanto la concentrazione di potere simbolico nel mercato della comunicazione scientifica quanto la concentrazione di potere economico-finanziario nel mondo dell'editoria (vedi legge di Bradford). La severità di questo giudizio, d'altra parte, può essere smorzata da una considerazione di ordine generale: la diffusione degli indicatori bibliometrici in contesti tradizionalmente vincolati a logiche clientelari di reclutamento e promozione serve sia da deterrente, perlomeno nei casi più eclatanti di violazione del codice etico, sia da stimolo per i soggetti valutati a uscire dalla nicchia protettiva dei loro mentori e perseguire carriere internazionali. Gli indicatori bibliometrici, lo abbiamo visto, non possono mai viaggiare da soli, soprattutto se applicati nelle valutazioni individuali, e nei casi di eccellenza manifesta svolgono un ruolo puramente confermativo: il *top scientist* è anche, quasi sempre, un *top cited* che lavora già in una *top institution* e che non ha bisogno degli indicatori bibliometrici per migliorare la propria reputazione. Per il ricercatore meno produttivo e poco visibile, invece, l'analisi quantitativa va corroborata, corretta, contestualizzata, tanto più se la sua sopravvivenza accademica dipende da una valutazione comparativa che coinvolge altri abitanti della 'terra di mezzo'.

Tutti coloro che rivendicano l'insostituibilità della *peer review* contro i paradossi delle valutazioni bibliometriche dimenticano, inoltre, che il sistema di verifica della qualità affidato alle riviste, e più in generale alle valutazioni qualitative, non basta da solo a coprire tutto il ciclo di vita di una pubblicazione: i *peer reviewers* esprimono un giudizio circa la qualità intrinseca di un manoscritto tale da garantirgli il diritto di pubblicazione/circolazione, riconoscendo al suo autore un credito tramutabile in vantaggi materiali (cattedre, promozioni, finanziamenti, ecc.), ma la capacità della ricerca descritta in quel manoscritto di promuovere nuova conoscenza non dipende dal giudizio dei revisori o vi dipende in una misura impossibile da quantificare. La bibliometria può aiutare a colmare questa lacuna da un punto di vista 'non soggettivo' – che non vuol dire 'oggettivo', ma nemmeno 'arbitrario' – segnalando la qualità e la quantità dei legami bibliografici che coinvolgono quel documento/autore da un certo punto in poi.

Se la bibliometria è una sorta di male necessario nell'epoca della *big science* e della iper-specializzazione dei profili professionali,

conviene allora promuoverne una conoscenza e una pratica il più possibile approfondite, in linea con gli standard e le migliori esperienze internazionali, ma al tempo stesso critiche, in linea con lo status di scienza sociale (e non di scienza esatta o matematica applicata) che le compete. Accordare agli studi quantitativi della scienza lo status di scienza sociale implica il riconoscimento di almeno tre prerogative e altrettante fonti di incertezza del lavoro bibliometrico: primo, la bibliometria studia un oggetto intrinsecamente sociale, la scienza, in quanto si occupa di persone che operano e cooperano per produrre/rettificare conoscenza a diversi livelli di aggregazione (individuo, gruppo di ricerca, dipartimento, università, nazione); secondo, gli oggetti della bibliometria non sono reperti naturalistici o fenomeni dotati di esistenza indipendente nel mondo esterno, ma costrutti teorici che modificano la realtà osservata e ne sono modificati al tempo stesso, quindi esiste un margine di errore nelle misure bibliometriche determinato dallo sguardo dell'osservatore; al pari delle altre scienze sociali, infine, la bibliometria ha una storia e un futuro che dipendono in larga misura da ciò che si pensa di lei.

Appendice: fonti e strumenti per chi studia bibliometria

A) Riviste

La rivista principale è *Scientometrics* (1978-), nata dalla collaborazione tra l'Accademia Ungherese delle Scienze di Budapest ed Elsevier e tuttora distribuita dall'editore Springer. Altri quattro titoli settoriali sono:

- *Journal of Informetrics* (2007-) di Elsevier;
- *COLNET Journal of Scientometrics and Information Management* (2007-) dell'editore indiano Taru Publications;
- *Cybermetrics* (1997-), una rivista *open access* sponsorizzata dal CSIC spagnolo (<cybermetrics.cindoc.csic.es>);
- *Journal of Scientometric Research* (2012-), una rivista *open access* recentemente lanciata dall'ente no-profit SciBioMed (<www.jscire.org>).

In ambito anglosassone, la bibliometria è parte integrante degli studi di *library and information science*, pertanto articoli di contenuto bibliometrico si trovano con una certa frequenza sia su riviste di taglio interdisciplinare, come il *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (1970-), il *Journal of Documentation* (1945-), il *Journal of Information Science* (1979-), sia su riviste dedicate a specifici aspetti dell'elaborazione e diffusione dell'informazione, come *Information Processing & Management* (1975-), *Information Visualization* (2002-), *Webology* (2004-), sia su riviste di biblioteconomia, come *College & Research Libraries* (1939-) e *Library Trends* (1952-).

A partire dal 1977, e in modo più sistematico dal 1989, l'*Annual Review of Information Science and Technology* (1966-2011) ha dedicato uno spazio costante a rassegne selettive di studi bibliometrici. Data l'ampia diffusione dei metodi quantitativi in sociologia e politica della scienza, si trovano numerosi articoli di interesse bibliometrico anche in riviste specializzate tanto nel primo settore, come *Social Studies of Science* (1975-), *Science Studies* (1988-) e *American Sociological Review* (1936-), quanto nel secondo, come *Research Evaluation* (1991-) e *Research Policy* (1971-). Tra le riviste dell'editore Annual Reviews, infine, vanno tenute d'occhio l'*Annual*

Reviews of Sociology (1975-) e il neonato *Annual Reviews of Statistics and Its Applications* (2014-).

B) Manualistica

I primi manuali che passano in rassegna le tecniche matematiche di largo uso in bibliometria, e più in generale nell'*information science*, sono apparsi negli anni Ottanta e Novanta¹⁶². Sul versante applicativo, la monografia *Evaluative Bibliometrics* di Narin, sponsorizzata dalla National Science Foundation, è stata invece la prima esposizione sistematica dello stato dell'arte nella disciplina agli albori della sua storia¹⁶³.

Una panoramica recente sui fondamenti matematici degli indicatori bibliometrici si trova in una dispensa online di Wolfgang Glänzel¹⁶⁴. La monografia di Henk Moed, *Citation analysis in research evaluation*, interamente dedicata all'analisi delle citazioni, fornisce un'autorevole (e accessibile) introduzione all'argomento¹⁶⁵, mentre l'evoluzione di temi e problemi legati agli usi della bibliometria in sociologia e politica della scienza dalla fine degli anni Ottanta può essere seguita grazie a due miscelanee, pubblicate a oltre 15 anni di distanza l'una dall'altra, a cura dei maggiori esperti europei della materia¹⁶⁶. Negli ultimi anni hanno visto la luce anche:

¹⁶² Inna K. Ravichandra Rao, *Quantitative methods for library and information science*. New Dehli: Wiley Eastern, 1983; L. Egghe; R. Rousseau, *Introduction to informetrics. Quantitative methods in library, documentation and information science*. Amsterdam: Elsevier, 1990.

¹⁶³ F. Narin, *Evaluative bibliometrics. The use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity*. Cherry Hill, NJ: Computer Horizons, 1976.

¹⁶⁴ W. Glänzel, *Bibliometrics as a research field. A course on theory and application of bibliometric indicators*. Course Handouts, 2003 <www.norslis.net/2004/Bib_Module_KUL.pdf>.

¹⁶⁵ H. F. Moed, *Citation analysis in research evaluation*. Dordrecht: Springer, 2005.

¹⁶⁶ *Handbook of quantitative studies of science and technology*, a cura di A. F. J. van Raan. Amsterdam: Elsevier, 1988; *Handbook of quantitative science and technology research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*, a cura di H. F. Moed, W. Glänzel, U. Schmoch. Dordrecht: Kluwer Academic, 2004.

- una guida pratica alla realizzazione di studi bibliometrici¹⁶⁷;
- una rassegna tecnica sugli indicatori relativi e i problemi di normalizzazione, a opera di un esponente della scuola ungherese¹⁶⁸;
- una rassegna storico-critica dei fondamenti empirici, matematici e filosofici della bibliometria¹⁶⁹;
- una panoramica dei metodi biblio/web-metrici utilizzati nello studio delle proprietà quantitative degli spazi web universitari e una breve introduzione all'uso della webmetrica nelle scienze sociali¹⁷⁰;
- una rassegna critica, in lingua italiana, dei principali indicatori bibliometrici e dei loro limiti nella valutazione della ricerca¹⁷¹;
- una rassegna di *journal-metrics* utili a integrare le metriche basate sulle citazioni nella valutazione multidimensionale delle riviste scientifiche¹⁷²;
- una raccolta di contributi sugli sviluppi più recenti nel settore, con particolare attenzione al tema delle *altmetrics*¹⁷³.

C) Società scientifiche, conferenze internazionali, liste di discussione

L'*International Society of Scientometrics and Informetrics Conference*, inaugurata nel 1987, ha luogo ogni due anni e fa parte delle iniziative dell'*International Society for Scientometrics and Informetrics (ISSI)*, fondata a Berlino nel 1993. Le iniziative della società trovano un canale di diffusione nella *ISSI Newsletter* (<www.issi-society.info/newsletter.html>). Gli atti della XIV *ISSI*

¹⁶⁷ Ana Andrés, *Measuring academic research. How to undertake a bibliometric study*. Oxford: Chandos, 2009.

¹⁶⁸ Peter Vinkler, *The evaluation of research by scientometric indicators*. Oxford: Chandos, 2010.

¹⁶⁹ Nicola De Bellis, *Bibliometrics and citation analysis. From the Science Citation Index to cybermetrics*. Lanham, MD: The Scarecrow Press, 2009.

¹⁷⁰ M. Thelwall, *Link analysis. An information science approach*. Amsterdam: Elsevier, 2004; M. Thelwall, *Introduction to webometrics. Quantitative web research for the social sciences*. San Rafael, CA: Morgan & Claypool, 2009.

¹⁷¹ Alberto Baccini, *Valutare la ricerca scientifica. Uso e abuso degli indicatori bibliometrici*. Bologna: Il Mulino, 2010.

¹⁷² Stefanie Hausteijn, *Multidimensional journal evaluation. Analyzing scientific periodicals beyond the Impact Factor*. Berlin: De Gruyter Saur, 2012.

¹⁷³ *Beyond bibliometrics. Harnessing multidimensional indicators of scholarly impact*, a cura di B. Cronin, Cassidy R. Sugimoto. Cambridge, MA: MIT Press, 2014.

Conference, tenuta a Vienna nel 2013, sono liberamente accessibili (<www.issi2013.org/proceedings.html>) e costituiscono una lettura molto istruttiva per chi voglia farsi un'idea degli *hot topics* nel settore.

Dal 1988 è attiva la serie delle *Conferences on Science & Technology Indicators*, a cura del CWTS di Leida, che nel 2010 si è fusa con la serie della European Network of Indicator Designers (ENID), dando vita a un unico meeting annuale. Anche gli atti della XVIII *STI Conference*, svoltasi a Berlino nel 2013, sono gratuitamente accessibili online (<www.forschungsinfo.de/STI2013/start.asp>).

Dal 1996 esiste una *Triple Helix International Conference Series*, a cura della Triple Helix Association che ha sede in Italia, a Torino, ed è presieduta da Henry Etzkowitz, il sociologo di Stanford che ha elaborato i costrutti di «tripla elica» e «università imprenditoriale». Il *focus* non è bibliometrico, ma molti dei temi affrontati sono fondamentali per chi lavora sul fronte della costruzione di mappe dell'innovazione scientifico-tecnologica (<www.triplehelixassociation.org>).

Dal 1996 sono attivi anche i *Nordic Workshops on Bibliometrics and Research Policy*, a cura della School of Education and Communication in Engineering Science di Stoccolma. Il XVIII workshop si è tenuto nel 2013 (presentazioni accessibili all'URL <www.kth.se/en/ece/2.51737/presentations-from-the-workshop-1.433622>).

Nel 1998 ha avuto inizio il *Berlin Workshop on Scientometrics and Informetrics*, da cui è nata COLLNET, una rete internazionale di ricerca sulle collaborazioni nella scienza e nella tecnologia (<www.collnet.de>). Il *Berlin Workshop* è all'origine della serie delle *International Conferences on Webometrics, Informetrics and Scientometrics (WIS)*, organizzate ogni anno assieme ai *COLLNET Meetings*. La nona *WIS* si è svolta, assieme al XIV *COLLNET Meeting*, a Tartu (Estonia) nel 2013 (<www.etag.ee/international-research-cooperation/collnet-2013>).

Dal 2011 è attiva la *ACM Web of Science Conference*, che ospita un workshop sull'impatto del Web sulla comunicazione scientifica: sia nel 2012 che nel 2014 il tema prescelto è stato quello delle *altmetrics* (<altmetrics.org/altmetrics14>).

Temi di interesse bibliometrico sono ricorrenti anche in conferenze, seminari, workshop organizzati nell'ambito del progetto *PRIME (Policies for Research and Innovation in the Move towards the European Research Area)*, che punta alla costruzione di una piattaforma europea condivisa per l'analisi dei problemi legati all'innovazione e alle politiche della ricerca (<www.prime-noe.org>).

Il gruppo SIG/MET, che fa capo all'American Society for Information Science & Technology (ASIS&T), organizza periodicamente workshop e iniziative promozionali aventi per oggetto le metriche della comunicazione scientifica (<www.asis.org/SIG/SIGMET>). Lo stesso gruppo è responsabile del principale forum disciplinare: la mailing list *SIGMETRICS* (<listserv.utk.edu/archives/sigmetrics.html>). Una mailing list con taglio più biblioteconomico è *LIS-BIBLIOMETRICS* della Joint Information Systems Committee (<www.jiscmail.ac.uk/cgi-bin/webadmin?A0=LIS-BIBLIOMETRICS>).

D) Corsi di formazione

La bibliometria è parte integrante dei corsi di *library and information science* nonché dei programmi di master e dottorato in molte università europee. Esistono, inoltre, due iniziative periodiche di respiro internazionale.

Il CWTS di Leida organizza da diversi anni corsi introduttivi all'uso delle tecniche bibliometriche nella valutazione della ricerca, in particolare si segnala l'iniziativa *Measuring Science and Research Performance*, che ha luogo due volte l'anno (<socialsciences.leiden.edu/cwts/education>).

Dal 2010 è attiva, con cadenza annuale, la European Summer School of Scientometrics (<www.scientometrics-school.eu>), nata da un'iniziativa congiunta di varie università e centri di ricerca dell'Europa centrale (Università di Vienna, Università von Humboldt di Berlino, Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung di Bonn, Università di Lovanio).

E) Siti web

Il sito personale di Garfield (<www.garfield.library.upenn.edu>) è una risorsa insostituibile per chi si avvicina all'analisi delle citazioni in quanto, oltre a ospitare il *full text* di gran parte della sua produzione scientifica, contiene numerosi scritti di autori che, in connessione più o meno diretta con Garfield, hanno contribuito in modo sostanziale all'affermazione del paradigma bibliometrico.

Analogamente, il sito personale del bibliometrista olandese Loet Leydesdorff (<www.leydesdorff.net>) è utile tanto per accedere ai preprint della sua copiosa produzione scientifica quanto per scaricare i software gratuiti che l'autore stesso ha sviluppato in ambiente DOS (ad esempio *ISI.exe* per l'esportazione dei record di WoS in database relazionali, *TI.exe* e *Fulltext.exe* per la *coword analysis*, e così via).

Per chi si interessa di mappe scientifiche, un riferimento obbligato è l'esposizione permanente *Places & Spaces: Mapping Science*, iniziata nel 2005 a cura di Katy Börner (Università dell'Indiana), la cui controparte online si trova sul sito <scimaps.org>.

Due blog, infine, meritano attenzione per la quantità e il livello dei post di interesse bibliometrico: *The Citation Culture* di Paul Wouters (<citationculture.wordpress.com>) e *The Scholarly Kitchen* (<scholarlykitchen.sspnet.org>).

F) Report e compilazioni di indicatori STI (*Science, Technology and Innovation*)

Di seguito un elenco parziale delle principali fonti di indicatori sulle attività nazionali e internazionali di ricerca e sviluppo¹⁷⁴. La rilevanza degli indicatori bibliometrici varia a seconda dei casi.

F1) Fonti internazionali

Il portale dell'UNESCO Institute of Statistics (UIS) è un punto di accesso privilegiato alle statistiche su educazione, ricerca e sviluppo per oltre 200 nazioni e territori (<www.uis.unesco.org>). Gli *open data* dell'UNESCO sono accessibili anche attraverso UNdata, il portale dell'ONU (<data.un.org>), ed entrano nella compilazione dello *UNESCO Science Report*, lanciato nel 1993 con il titolo *World Science Report*: le edizioni del 1993, 1996, 1998, 2005 e 2010 sono gratuitamente accessibili online (<www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/prospective-studies/unesco-science-report>).

L'OECD (<www.oecd.org/sti>) produce la piattaforma interattiva (a pagamento) *OECD Science, Technology and R&D Statistics* per la consultazione e l'elaborazione avanzata di dati e indicatori sulle attività scientifico-tecnologiche dei paesi membri dell'organizzazione (e di una selezione di paesi non membri). La porzione *open access* di statistiche e indicatori si trova nella sezione *OECD.StatExtracts* (<stats.oecd.org>). L'OECD cura anche la pubblicazione e l'aggiornamento di manuali e linee guida per la collezione di statistiche *STI* comparabili a livello internazionale: *Frascati Manual*, *Oslo Manual*, *Canberra Manual*, *OECD Patent Statistics Manual*, *Measuring*

¹⁷⁴ Nello stilare la lista sono stato aiutato da Anup Kumar Das; Parveen Arora; Sujit Bhattacharya, *Webliography of STI indicator databases and related publications*, «Journal of Scientometric Research», 1 (2012), n. 1, p. 86-93.

Innovation, Measuring Capital, Handbook on Constructing Composite Indicators.

Il portale Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI), nato da un'iniziativa congiunta del Consortium of International Agricultural Research Centres (CGIAR) e dell'International Food Policy Research Institute (IFPRI), compila e rende gratuitamente accessibili statistiche e indicatori su ricerca e sviluppo nelle scienze e tecnologie agrarie dei paesi a basso reddito (<www.asti.cgiar.org>).

F2) Fonti regionali

Il portale Erawatch (<erawatch.jrc.ec.europa.eu>) e i database dell'Eurostat (<ec.europa.eu/eurostat>) sono le fonti principali per il recupero di statistiche sulla ricerca scientifica e tecnologica in Europa. Erawatch, nato con l'obiettivo di promuovere la creazione di una European Research Area (ERA), raccoglie in modo sistematico dati sulle politiche di ricerca e sviluppo nei vari paesi.

Eurostat pubblica ogni anno una sintesi delle proprie statistiche in un tascabile intitolato *Science, Technology and Innovation in Europe* (<epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-GN-12-001>).

Il *repository* Community Research and Development Information Service (CORDIS) ospita le informazioni relative a tutti i progetti di ricerca (e relativi risultati) finanziati dall'Unione Europea. In precedenza, CORDIS curava uno *European Reports on Science and Technology Indicators*, tuttora accessibile online limitatamente alle edizioni 1997 e 2003 (<cordis.europa.eu/indicators/publications.htm>).

Il progetto WISER (Web Indicators for Science, Technology and Innovation Research) è stato avviato nel 2002 da un consorzio di enti di ricerca europei con l'obiettivo di creare un sistema coerente di indicatori di ricerca e sviluppo basati sui flussi di informazioni prodotti e scambiati attraverso il WWW. I risultati del progetto sono visibili su <www.wiserweb.org> e <www.webindicators.org>.

La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT) è una rete informativa sugli indicatori di ricerca e sviluppo per i paesi dell'America Latina e dei Caraibi, la Spagna e il Portogallo a partire dal 1990 (<www.riicyt.org>). Un'intera sezione del sito è dedicata agli indicatori bibliometrici. RICYT cura anche il repertorio *Políticas CTI* per l'individuazione dei provvedimenti adottati nei vari paesi a favore della ricerca scientifico-tecnologica (<www.politicascsti.net>).

L'African Science, Technology and Innovation Indicators Initiative (ASTII) è il portale di riferimento per l'insieme delle iniziative che, a partire dal 2005, coinvolgono diversi stati africani nello sforzo di elaborazione e implementazione di indicatori *STI* compatibili con quelli internazionali (<www.nepadst.org>). Uno dei risultati di tali sforzi è l'*African Innovation Outlook 2010*, pensato come il primo di una serie di report informativi sullo stato dei lavori (<www.nepad.org/humancapitaldevelopment/knowledge/doc/2418/african-innovation-outlook-2010>).

F3) Fonti nazionali

Per gli USA il riferimento principale è *Science and Engineering Indicators*, erede dello *Science Indicators 1972* della National Science Foundation (<www.nsf.gov/statistics/seind>), mentre per il Canada il repertorio chiave è *Canada's Science, Technology and Innovation System*, a cura dello Science, Technology and Innovation Council (<www.stic-csti.ca/eic/site/stic-csti.nsf/eng/Home>).

Per il Giappone il punto di partenza sono i report *Science and Technology Indicators*, a cura del National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) (<www.nistep.go.jp/en>). La sezione *Scientometrics* del portale nipponico è interamente dedicata agli indicatori bibliometrici.

Per il Regno Unito si possono consultare i report curati da Universities UK (<www.universitiesuk.ac.uk>) e gli *open data* su scienza e innovazione di <gov.uk>.

Per i Paesi Bassi si segnalano due repertori: *Science and Technology Indicators*, a cura del Netherlands Observatory of Science and Technology (NOWT), una serie nata dalla cooperazione tra il CWTS e il Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (UNU-MERIT) dell'Università di Maastricht (<nowt.merit.unu.edu>); *Wetenschaps- en Technologie- Indicatoren* (1994-), che dal 2011 s'intitola *Wetenschap, Technologie & Innovatie Indicatoren*, una serie prodotta in collaborazione tra Dialogic, il CWTS e l'istituto di ricerca norvegese NIFU (<www.sti2.nl>).

Per l'Italia, oltre al sito dell'ANVUR (<www.anvur.org>), da cui attingere informazioni sugli esercizi nazionali di valutazione, si segnalano le statistiche su ricerca e sviluppo dell'ISTAT (<noi-italia.istat.it>) e la serie *Scienza e Tecnologia in Cifre* (2007-) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (<www.cnr.it/sitocnr/Iservizi/Edizioni/Pubblicazionierivisteonline/ScienzaTecnologia_cifre.html>).

Per la Francia la fonte principale è *Indicateurs de Sciences et de Technologies*, a cura dell' Observatoire des Sciences et des Techniques (<www.obs-ost.fr>).

G) Ranking

Gli indicatori bibliometrici sono spesso utilizzati, in combinazione con altri criteri di valutazione, nelle classifiche che stabiliscono gerarchie qualitative tra documenti, individui, istituzioni, nazioni. Per la valutazione delle università si segnalano:

- *Academic Ranking of World University*, noto comunemente come *Shanghai Ranking*, della Jiao Tong University di Shanghai (<www.arwu.org>).
- *Leiden Ranking* dell'Università di Leida, basato sugli indicatori bibliometrici avanzati sviluppati dal CWTS (<www.leidenranking.com>).
- *SCImago Institutions Ranking (SIR)*, a cura dello stesso gruppo SCImago che ha ideato l'indicatore *SJR* (<www.scimagoir.com>).
- *Times Higher Education's World University Rankings*, curato dalla rivista omonima e sponsorizzato da Thomson Reuters (<www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings>).
- *QS World University Rankings*, realizzato dalla Quacquarelli Symonds Ltd.: fino al 2009 era tutt'uno con il repertorio di *Times Higher Education* (<www.topuniversities.com/university-rankings>). Dalla fine del 2013, QS produce anche un *BRIC ranking* limitato alle università di Brasile, Russia, India e Cina.
- *Performance Ranking of Scientific Papers for World Universities*, noto più comunemente come *NTU Ranking*, a cura della National Taiwan University (<nturanking.lis.ntu.edu.tw>).
- *Ranking Web of Universities*: un esperimento di valutazione cybermetrica degli spazi web universitari lanciato nel 2004 dal Cybermetrics Lab, un gruppo di ricerca del Centro de Información y Documentación (CINDOC) del CSIC spagnolo (<www.webometrics.info>).

Per i confronti tra nazioni si può ricorrere allo *SCImago Country Rank* (<www.scimagojr.com/countryrank.php>), costruito su dati Scopus al pari degli altri repertori del gruppo SCImago.

Per l'identificazione degli scienziati più influenti dal 2000 al 2008 il punto di riferimento è <highlycited.com>, mentre il sito *ScienceWatch* (<sciencewatch.com>) ripropone una versione high-

tech dei vecchi *Citation Classic Commentaries* di Garfield, puntando i riflettori su *hot papers*, eccellenze individuali (*top 100 global innovators* e papabili premi Nobel) e fronti di ricerca emergenti alla luce di analisi bibliometriche condotte su WoS. *ScienceWatch* e <highly cited.com> sono appendici gratuite dei servizi commerciali di analisi bibliometrica di Thomson Reuters, in particolare *ESI* e *InCites*.

La classifica dei *Top Italian Scientists (TIS)*, a cura del network accademico virtuale VIA-Academy, utilizza l'indice *h* calcolato su *GS* per censire gli scienziati italiani di maggiore impatto ($h > 30$) in tutti i settori disciplinari (<www.topitalianscientists.org>). Data la scelta del criterio di ranking, si tratta quasi esclusivamente di ricercatori nelle scienze naturali e biomediche.

H) Software

Per chi desidera il controllo totale sui dati, i sistemi di gestione di database relazionali (RDBMS) e il linguaggio SQL sono strumenti molto potenti per creare e interrogare le tabelle da sottoporre ad analisi bibliometriche di frequenze e co-occorrenze¹⁷⁵.

Uno strumento *open source* introdotto di recente per l'analisi delle citazioni estratte da Scopus è il pacchetto *CITAN* (per ambiente di calcolo *R*)¹⁷⁶, mentre si è già fatto riferimento, nel testo, ai software gratuiti *Scholarometer* e *PoP* per l'estrazione di statistiche e indicatori da *GS*.

A differenza dei precedenti, il software commerciale *HistCite*, nato dalle idee di Garfield sulla storiografia 'algoritmica', non si focalizza sul calcolo degli indicatori bibliometrici, ma sull'analisi e la presentazione, sotto forma di grafici e tabelle, di statistiche descrittive dei legami bibliografici diretti e indiretti tra i documenti indicizzati in WoS (<interest.science.thomsonreuters.com/forms/HistCite>).

L'analisi delle reti bibliografiche con tecniche quali *cocitation analysis*, *coword analysis* e *bibliographic coupling* per la costruzione di mappe della scienza può essere condotta mediante software già collaudati in settori come l'analisi delle reti sociali (*Pajek*, *UCINET*) e la bioinformatica (*Cytoscape*). Tuttavia, ormai da diversi anni, sono disponibili anche software specifici per l'importazione, la

¹⁷⁵ Dietmar Wolfram, *Applications of SQL for informetric frequency distribution processing*, «Scientometrics», 67 (2006), n. 2, p. 301-313.

¹⁷⁶ Marek Gagolewski, *Bibliometric impact assessment with R and the CITAN package*, «Journal of Informetrics», 5 (2011), n. 4, p. 678-692.

preparazione (*preprocessing*) e l'elaborazione dei dati bibliometrici destinati all'analisi multivariata per scopi cartografici¹⁷⁷. Quattro soluzioni gratuite molto popolari sono:

- *Bibexcel*, sviluppato dal team di Olle Persson presso l'Università di Umeå in Svezia (<www8.umu.se/inforsk/Bibexcel>);
- *Sci² Tool*, prodotto dal Cyberinfrastructure for Network Science dell'Università dell'Indiana (<sci2.cns.iu.edu>);
- *VOSViewer*, sviluppato da un team del CWTS (<www.vosviewer.com>);
- *Citespace II*, sviluppato da Chaomei Chen presso l'Università di Drexel (<cluster.cis.drexel.edu/~cchen/citespace>).

Per gli studi di webmetrica, il software *Webometric Analyst 2.0* (<lexiurl.wlv.ac.uk>), sviluppato dallo Statistical Cybermetrics Research Group dell'Università di Wolverhampton e gratuitamente utilizzabile entro certi limiti, consente di inviare automaticamente ai motori di ricerca commerciali delle *queries*, di scaricare i risultati e di effettuare su di essi una serie di analisi quantitative offline. Da maggio 2011, le API 2.0 del motore di ricerca Bing sono le uniche API di un motore di ricerca internazionale disponibili per il recupero e l'elaborazione offline di dati webmetrici. *Webometric Analyst 2.0* è uno degli strumenti raccomandati dal servizio TIDSR (Toolkit for the Impact of Digitised Scholarly Resources), un portale di raccomandazioni e *best practices* per lo studio dell'impatto delle risorse online ideato nel 2008 dall'Oxford Internet Institute (<microsites.oii.ox.ac.uk/tidsr>).

I) Servizi commerciali di analisi bibliometrica

Esistono molti servizi commerciali di *academic analytics* che offrono al cliente la possibilità di estrarre, dalla mole di dati su didattica e ricerca prodotti da un'istituzione, informazioni utili in sede di valutazione e benchmarking. Limitando il raggio ai fornitori dei principali database bibliometrici, *InCites* di Thomson Reuters (<thomsonreuters.com/incites>) e *SciVal* di Elsevier (<www.scival.com>) sono

¹⁷⁷ Per una rassegna recente vedi Manolo J. Cobo [*et al.*], *Science mapping software tools. Review, analysis, and cooperative study among tools*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 62 (2011), 7, p. 1382-1402.

soluzioni preconfezionate per ricavare da WoS e Scopus, con il minimo sforzo, dati quantitativi e indicatori bibliometrici di produttività/impatto in relazione a individui, gruppi, istituzioni.

Entrambi i prodotti forniscono all'istituzione abbonata un canale privilegiato di accesso ai record di WoS/Scopus riconducibili, tramite il campo *Address*, alla sua produzione scientifica, ma per funzionare al meglio richiedono la collaborazione attiva del cliente nella creazione, gestione e aggiornamento di profili individuali e istituzionali 'puliti'. Entrambi consentono una miriade di analisi quantitative, sotto forma di report, tabelle e grafici multidimensionali, in almeno tre direzioni:

- il profilo bibliometrico dell'istituzione e di qualunque combinazione di soggetti (individui, gruppi, dipartimenti) a essa riconducibili, sia dal punto di vista della produttività che dell'impatto;
- il benchmarking di tale profilo mediante confronto con altre istituzioni o con standard internazionali di performance bibliometrica in relazione a discipline e sottodiscipline;
- l'analisi della struttura delle reti di collaborazioni e di finanziamento dei propri docenti e ricercatori ('chi' collabora con 'chi' e quanto rende la collaborazione in termini bibliometrici, 'chi' finanzia 'cosa' e quanto rendono i finanziamenti in termini bibliometrici).

Qui tabelle percentili e valori attesi necessari per il calcolo degli indicatori normalizzati in stile ungherese/olandese al livello della rivista o dell'area di ricerca sono di casa, con notevole risparmio di tempo e fatica per il cliente e con servizi aggiuntivi che rendono ancora più appetibile il prodotto: in *InCites*, ad esempio, gli articoli di riviste multidisciplinari come *Nature*, *Science* e *PLoS ONE* sono riclassificati mediante un sistema automatico che tiene conto, per ogni articolo, delle categorie di appartenenza delle riviste citanti e di quelle citate; in *SciVal* si sfrutta l'analisi delle cocitazioni per classificare la produzione scientifica di una istituzione nel contesto dei settori di ricerca emergenti a livello internazionale e si estraggono da Scopus le *publication histories* degli autori per associare a ognuno di essi una serie di concetti che ne identificano le aree di competenza in relazione alle pubblicazioni prodotte e ai finanziamenti ricevuti, così da facilitare tanto la localizzazione delle competenze che il *social networking*. Accedere a uno di questi due servizi non significa aver risolto automaticamente tutti i problemi di disambiguazione illustrati

nel capitolo 2, né trasformarsi di colpo in bibliometristi *one-click*, bensì iniziare un percorso di avvicinamento all'analisi bibliometrica che responsabilizza l'utente/cliente stesso in merito alla qualità delle informazioni manipolate e alla comprensione del significato degli indicatori avanzati elaborati in automatico dal sistema.

Bibliografia

- Abramo Giovanni; Cicero Tindaro; D'Angelo Ciriaco Andrea, *How important is choice of the scaling factor in standardizing citations?*, «Journal of Informetrics», 6 (2012), n. 4, p. 645–654.
- Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR), *VQR 2004-2010. Criteri per la valutazione dei prodotti di ricerca. Gruppo di Esperti della Valutazione dell'area 06 Scienze Mediche (GEV06)*, <www.anvur.org/attachments/article/253/mediane_spiegate_definitivo_14_settembre_2012.pdf>.
- Id.*, *Sul calcolo delle mediane per l'abilitazione nazionale*, 14 settembre 2012, <anvur-miur.cineca.it/?q=it/content/calcolo-delle-mediane-1%E2%80%99abilitazione-nazionale>.
- Aguillo Isidro F., *Is Google Scholar useful for bibliometrics? A webometric analysis*, «Scientometrics», 91 (2012), n. 2, p. 343-351.
- Alonso Sergio [et al.], *h-index. A review focused in its variants, computation and standardization for different scientific fields*, «Journal of Informetrics», 3 (2009), n. 4, p. 273-289.
- American men of science: A biographical directory*, a cura di James McKeen Cattell. New York: Science Press, 1906.
- Anderson R. Lanier, *The debate over the Geisteswissenschaften in German philosophy*. In: *The Cambridge history of philosophy, 1870-1945*, a cura di Thomas Baldwin. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2003, p. 221-246.
- Andrés Ana, *Measuring academic research. How to undertake a bibliometric study*. Oxford: Chandos, 2009.
- Åström Fredrik, *Changes in the LIS research front. Time-sliced cocitation analyses of LIS journal articles, 1990–2004*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 58 (2007), n. 7, p. 947-957.
- Baccini Alberto, *Valutare la ricerca scientifica. Uso e abuso degli indicatori bibliometrici*. Bologna: Il Mulino, 2010.
- Baldi Stéphane, *Normative versus social constructivist processes in the allocation of citations. A network analytic model*, «American Sociological Review», 63 (1998), n. 6, p. 829-846.
- Batista Pablo D.; Campiteli Mônica G.; Kinouchi Osame, *Is it possible to compare researchers with different scientific interests?*, «Scientometrics», 68 (2006), n. 1, p. 179-189.

- Beel Jöran; Gipp Bela, *On the robustness of Google Scholar against spam*. In: *Proceedings of the HT '10, 21st ACM conference on hypertext and hypermedia*. New York: ACM, 2010, p. 297-298, <sciexplo.org/wp-content/papercite-data/pdf/beel10c.pdf>.
- Bensman Stephen J., *Garfield and the Impact Factor*, «Annual Review of Information Science and Technology», 41 (2007), p. 93-155.
- Id.*, *Garfield and the Impact Factor. The creation, utilization, and validation of a citation measure. Part 2: The probabilistic, statistical, and sociological bases of the measure*. Baton Rouge, LA, 2007 <garfield.library.upenn.edu/bensman/bensmanegif22007.pdf>.
- Id.*, *Journal collection management as a cumulative advantage process*, «College & Research Libraries», 46 (1985), n. 1, p. 13-29.
- Bergstrom Carl T., *Eigenfactor. Measuring the value and prestige of scholarly journals*, «C&RL News», 68 (2007), n. 5, p. 314-316.
- Bernal John D., *The social function of science*. London: G. Routledge & Sons, 1939.
- Beyond bibliometrics. Harnessing multidimensional indicators of scholarly impact*, a cura di Blaise Cronin; Cassidy Sugimoto. Cambridge, MA: MIT Press, 2014.
- Bollen Johan [et al.], *Toward alternative metrics of journal impact. A comparison of download and citation data*, «Information Processing & Management», 41 (2005), n. 6, p. 1419-1440.
- Börner Katy, *Atlas of science. Visualizing what we know*. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.
- Bornmann Lutz, *Towards an ideal method of measuring research performance. Some comments to the Opthof and Leydesdorff (2010) paper*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 441-443.
- Bornmann Lutz; Daniel Hans-Dieter, *What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior*, «Journal of Documentation», 64 (2008), n. 1, p. 45-80.
- Bornmann Lutz; Leydesdorff Loet; Mutz Rüdiger, *The use of percentiles and percentile rank classes in the analysis of bibliometric data. Opportunities and limits*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 1, p. 158-165.
- Bornmann Lutz; Leydesdorff Loet; Wang Jian, *Which percentile-based approach should be preferred for calculating normalized citation impact values? An empirical comparison of five approaches including a newly developed citation-rank approach (P100)*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 4, p. 933-944.

- Bornmann Lutz; Marx Werner, *How to evaluate individual researchers working in the natural and life sciences meaningfully? A proposal of methods based on percentiles of citations*, «Scientometrics», Published online 23 October 2013, DOI: 10.1007/s11192-013-1161-y.
- Bornmann Lutz; Mutz Rüdiger; Daniel Hans-Dieter, *Are there better indices for evaluation purposes than the h index? A comparison of nine different variants of the h index using data from biomedicine*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 59 (2008), n. 5, p. 830-837.
- Id.*, *The b Index as a measure of scientific excellence. A promising supplement to the h index*, «Cybermetrics», 1 (2007), Paper 6, <cybermetrics.cindoc.csic.es/articles/v1i1p6.html>.
- Braam Robert R; Moed Henk F.; van Raan Anthony F. J., *Mapping of science by combined co-citation and word analysis. I: Structural aspects*, «Journal of the American Society for Information Science», 42 (1991), n. 4, p. 233-251.
- Id.*, *Mapping of science by combined co-citation and word analysis. II: Dynamical aspects*, «Journal of the American Society for Information Science», 42 (1991), n. 4, p. 252-266.
- Bradford Samuel C., *Sources of information on specific subjects*, «Engineering», 137 (1934), n. 3550, p. 85-86.
- Brookes Bertram C., *The Bradford Law. A new calculus for the social sciences?*, «Journal of the American Society for Information Science», 30 (1979), n. 4, p. 233-234.
- Bush Vannevar, *Science. The endless frontier*. Washington, DC: National Science Foundation, 1945.
- Candolle Alphonse de, *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles*. Genève: H. Georg, 1873.
- Cason Husley; Lubotsky Marcella, *The influence and dependence of psychological journals on each other*, «Psychological Bulletin», 33 (1936), n. 1, p. 95-103.
- Chen Chaomei, *Mapping scientific frontiers. The quest for knowledge visualization*. London: Springer, 2003.
- Chen Xiaotian, *Google Scholar's dramatic coverage improvement five years after debut*, «Serials Review», 36 (2010), n. 4, p. 221-226.
- Cobo Manolo J. [et al.], *Science mapping software tools. Review, analysis, and cooperative study among tools*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 62 (2011), 7, p. 1382-1402.

- Cole Francis J.; Eales Nellie B., *The history of comparative anatomy. Part I: A statistical analysis of the literature*, «Science Progress», 11 (1917), n. 43, p. 578-596.
- Cole Jonathan R.; Cole Stephen, *Social stratification in science*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.
- Comte Auguste, *Course de philosophie positive, Tome I*, 5th ed. Paris: Société Positiviste, 1892.
- Cronin Blaise, *The citation process. The role and significance of citations in scientific communications*. London: Taylor Graham, 1984.
- Das Anup Kumar; Arora Parveen; Bhattacharya Sujit, *Webliography of STI indicator databases and related publications*, «Journal of Scientometric Research», 1 (2012), n. 1, p. 86-93.
- De Bellis Nicola, *Bibliometrics and citation analysis. From the Science Citation Index to cybermetrics*. Lanham, MD: The Scarecrow Press, 2009.
- Desrosières Alain, *The politics of large numbers. A history of statistical reasoning*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998.
- Durkheim Émile, *Le regole del metodo sociologico*. Firenze: Sansoni, 1964.
- Edge David O., *Quantitative measures of communication in science. A critical review*, «History of Science», 17 (1979), p. 102-134.
- Egghe Leo, *The Hirsch index and related impact measures*, «Annual Review of Information Science and Technology», 44 (2010), n. 1, p. 65-114.
- Id.*, *Power laws in the information production process. Lotkaian informetrics*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005.
- Id.*, *Theory and practice of the g-index*, «Scientometrics», 69 (2006), n. 1, p. 131-152.
- Egghe Leo; Rousseau Ronald, *Introduction to informetrics. Quantitative methods in library, documentation and information science*. Amsterdam: Elsevier, 1990.
- Egghe Leo; Rousseau Ronald; Van Hooydonk Guido, *Methods for accrediting publications to authors or countries. Consequences for evaluation studies*, «Journal of the American Society for Information Science», 51 (2000), n. 2, p. 145-157.
- Eom Sean B., *Author cocitation analysis. Quantitative methods for mapping the intellectual structure of an academic discipline*. Hershey, PA: Information Science Reference, 2009.

- Ernst, Richard R., *The follies of citation indices and academic ranking lists. A brief commentary to 'Bibliometrics as weapons of mass citation'*, «Chimia», 64 (2010), n. 1/2, p. 90.
- Etzkowitzy Henry; Leydesdorff Loet, *The dynamics of innovation. From national systems and 'mode 2' to a Triple Helix of university–industry–government relations*, «Research Policy», 29 (2000), n. 2, p. 109-123.
- Expert Group on The Assessment of University-Based Research, *Assessing Europe's university-based research*. Brussels: European Commission – DG Research, 2010, <ec.europa.eu/research/era/docs/en/areas-of-actions-universities-assessing-europe-university-based-research-2010-en.pdf>.
- Fitzgerald Francis Scott, *Il grande Gatsby*. Milano: Mondadori, 1988.
- Franceschet Massimo; Costantini Antonio, *The effect of scholar collaboration on impact and quality of academic papers*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 4, p. 540-553.
- Franceschini Fiorenzo [et al.], *The success-index. An alternative approach to the h-index for evaluating an individual's research output*, «Scientometrics», 92 (2012), n. 3, p. 621-641.
- Franceschini Fiorenzo; Maisano Domenico; Mastrogiacomo Luca, *Evaluating research institutions. The potential of the success-index*, «Scientometrics», 96 (2013), n. 1, p. 85-101.
- Gagolewski Marek, *Bibliometric impact assessment with R and the CITAN package*, «Journal of Informetrics», 5 (2011), n. 4, p. 678-692.
- Galton Francis, *English men of science. Their nature and nurture*. London: Macmillan, 1874.
- Id.*, *Hereditary genius. An inquiry into its laws and consequences*. London: Macmillan, 1869.
- Garfield Eugene, *Citation indexes for science. A new dimension in documentation through association of ideas*, «Science», 122 (1955), n. 3159, p. 108-111.
- Id.*, *Citation indexing. Its theory and application in science, technology, and humanities*. New York: John Wiley & Sons, 1979.
- Id.*, *The history and meaning of the Journal Impact Factor*, «Journal of the American Medical Association», 295 (2006), n. 1, p. 90-93.
- Id.*, *Long-term vs. short-term journal impact. Does it matter?*, «The Scientist», 12 (1998), n. 3, p. 10-12.
- Id.*, *Long-term vs. short-term journal Impact. Part II. Cumulative Impact Factors*, «The Scientist», 12 (1998), n. 14, p. 12–13.

- Gauffriau Marianne [et al.], *Comparisons of results of publication counting using different methods*, «Scientometrics», 77 (2008), n. 1, p. 147-176.
- Geisler Eliezer, *The metrics of science and technology*. Westport, CT; London: Quorum Books, 2000.
- Giménez-Toledo Elea; Román-Román Adelaida, *Assessment of humanities and social sciences monographs through their publishers. A review and a study towards a model of evaluation*, «Research Evaluation», 18 (2009), n. 3, p. 201-213.
- Glänzel Wolfgang, *Bibliometric methods for detecting and analysing emerging research topics*, «El profesional de la información», 21 (2012), n. 2, p. 194-201.
- Id.*, *Bibliometrics as a research field. A course on theory and application of bibliometric indicators*. Course Handouts, 2003 <www.norslis.net/2004/Bib_Module_KUL.pdf>.
- Id.*, *Seven myths in bibliometrics. About facts and fiction in quantitative science studies*. In: *Proceedings of WIS 2008*, <www.collnet.de/Berlin-2008/GlanzelWIS2008smb.pdf>.
- Gläser Jochen; Laudel Grit, *The social construction of bibliometric evaluations*. In: *The changing governance of the sciences. The advent of research evaluation systems*, a cura di Richard Whitley; Jochen Gläser. Dordrecht: Springer, 2007, p. 101-123.
- González-Pereira Borja; Guerrero-Bote Vicente P.; Moya-Anegón Félix, *A new approach to the metric of journals' scientific prestige: the SJR indicator*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 379-391.
- Gosnell Charles F., *Obsolescence of books in college libraries*, «College & Research Libraries», 5 (1944), n. 2, p. 115-125.
- Griffith Belver C. [et al.], *The structure of scientific literature. II: Toward a macro- and microstructure for science*, «Science Studies», 4 (1974), n. 4, p. 339-365.
- Gross Paul L. K.; Gross E., *College libraries and chemical education*, «Science», 66 (1927), n. 1713, p. 385-389.
- Guerrero-Bote Vicente P.; Moya-Anegón Félix, *A further step forward in measuring journals' scientific prestige. The SJR2 indicator*, «Journal of Informetrics», 6 (2012), n. 4, p. 674-688.
- Guerrero-Bote Vicente P.; Olmeda-Gómez Carlos; Moya-Anegón Félix, *Quantifying the benefits of international scientific collaboration*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 64 (2013), n. 2, p. 392-404.

- Hacking Ian, *The taming of chance*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1990.
- Hagen Nils T., *Harmonic allocation of authorship credit. Source-level correction of bibliometric bias assures accurate publication and citation analysis*, «PLoS ONE» 3 (2008), n. 12, e4021, DOI:10.1371/journal.pone.0004021.
- Handbook of quantitative science and technology research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*, a cura di Henk F. Moed; Wolfgang Glänzel; Ulrich Schmoch. Dordrecht: Kluwer Academic, 2004.
- Handbook of quantitative studies of science and technology*, a cura di Anthony F. J. van Raan. Amsterdam: Elsevier, 1988.
- Harzing Anne-Wil, *The Publish or Perish book. Your guide to effective and responsible citation analysis*. Melbourne: Tarma Software Research, 2010.
- Haustein Stefanie, *Multidimensional journal evaluation. Analyzing scientific periodicals beyond the Impact Factor*. Berlin: De Gruyter Saur, 2012.
- Henkle Herman H., *The periodical literature of biochemistry*, «Bulletin of the Medical Library Association», 27 (1938), n. 2, p. 139-147.
- Hicks Diana; Wang Jian, *Towards a bibliometric database for the social sciences and humanities*. Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology, 2009, <works.bepress.com/diana_hicks/18>.
- Higher Education Funding Council for England (HEFCE), *REF 2014. Panel criteria and working methods*, 2012, <www.ref.ac.uk/media/ref/content/pub/panelcriteriaandworkingmethods/01_12.pdf>.
- Hirsch Jorge E., *An index to quantify an individual's scientific research output*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 102 (2005), n. 46, p. 16569-16572.
- Howland Jared L. [et al.], *How scholarly is Google Scholar? A comparison to library databases*, «College & Research Libraries», 70 (2009), n. 3, p. 227-234.
- Hulme Edward W., *Statistical bibliography in relation to the growth of modern civilization*. London: Grafton, 1923.
- Jacsó Péter, *Google Scholar duped and deduped. The aura of 'robometrics'*, «Online Information Review», 35 (2011), n. 1, p. 154-160.
- Id.*, *Google Scholar revisited*, «Online Information Review», 32 (2008), n. 1, p. 102-114.

- Id.*, *Testing the calculation of a realistic h-index in Google Scholar, Scopus, and Web of Science for F. W. Lancaster*, «Library Trends», 56 (2008), n. 4, p. 784-815.
- Jaffe Adam B.; Trajtenberg Manuel, *Patents, citations & innovations. A window on the knowledge economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.
- Jin BiHui, *The AR-index. Complementing the h-index*, «ISSI Newsletter», 3 (2007), n. 1, p. 6.
- Jin BiHui [et al.], *The R- and AR-indices. Complementing the h-index*, «Chinese Science Bulletin», 52 (2007), n. 6, p. 855-863.
- Jones Yvonne D., *Biology article retrieval from various databases. Making good choices with limited resources*, «Issues in Science and Technology Librarianship», Fall 2005, DOI: 10.5062/F4R78C4Q.
- Katz Sylvan, *Scale-independent measures. Theory and practice*. In: *Proceedings of the 17th International Science and Technology Indicators Conference*, Sept 5-8, 2012, <www.academia.edu/2543707/Scale-Independent-Measures_Theory_and_Practice>.
- Kessler Myer Mike, *Bibliographic coupling between scientific papers*, «American Documentation», 14 (1963), n. 1, p. 10-25.
- King David A., *The scientific impact of nations*, «Nature», 430 (2004), n. 6997, p. 311-316.
- Kosmulski Marek, *A new Hirsch-type index saves time and works equally well as the original h-index*, «ISSI Newsletter», 2 (2006), n. 3, p. 4-6.
- Kurtz Michael J.; Bollen Johan, *Usage bibliometrics*, «Annual Review of Information Science and Technology», 44 (2010), n. 1, p. 1-64.
- Kuhn Thomas S., *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 1962.
- Labbé Cyril, *Ike Antkare, one of the great stars in the scientific firmament*, «ISSI Newsletter», 6 (2010), n. 2, p. 48-52.
- Larivière Vincent; Gingras Yves, *On the relationship between interdisciplinarity and scientific impact*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 61 (2010), n. 1, p. 126-131.
- Larsen Peder Olesen, *The state of the art in publication counting*, «Scientometrics», 77 (2008), n. 2, p. 235-251.
- Latour Bruno, *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.

- Leydesdorff Loet, *The challenge of scientometrics. The development, measurement, and self-organization of scientific communications*, 2nd ed. Parkland, FL: Universal Publishers, 2001.
- Leydesdorff Loet; Opthof Tobias, *Normalization at the field level. Fractional counting of citations*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 4, p. 644-646.
- Id.*, *Scopus's Source Normalized Impact per Paper (SNIP) versus a Journal Impact Factor based on fractional counting of citations*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 61 (2010), n. 11, p. 2365-2369.
- Lin Chi-Shiou; Huang Mu-Hsuan; Chen Dar-Zen, *The influences of counting methods on university rankings based on paper count and citation count*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 3, p. 611-621.
- Lotka Alfred J., *Statistics - The frequency distribution of scientific productivity*, «Journal of the Washington Academy of Sciences», 16 (1926), n. 12, p. 317-325.
- Lozano George A.; Larivière Vincent; Gingras Yves, *The weakening relationship between the Impact Factor and papers' citations in the digital age*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 63 (2012), n. 11, p. 2140-2145.
- Lundberg Jonas, *Lifting the crown – citation z-score*, «Journal of Informetrics», 1 (2007), n. 2, p. 145-154.
- MacRoberts Michael H.; MacRoberts Barbara R., *Problems of citation analysis. A critical review*, «Journal of the American Society for Information Science», 40 (1989), n. 5, p. 342-349.
- Mapping the dynamics of science and technology. Sociology of science in the real world*, a cura di Michel Callon; John Law; Arie Rip. Basingstoke: MacMillan Press, 1986.
- Martin Ben R.; Irvine John, *Assessing basic research. Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy*, «Research Policy», 12 (1983), n. 2, p. 61-90.
- Martin Ben R.; Irvine John; Turner Roy, *The writing on the wall for British science*, «New Scientist», 104 (1984), n. 1429, p. 25-29.
- Martin Ben [et al.], *Towards a bibliometric database for the social sciences and humanities. A European Scoping Project*, 2010, <globalhighered.files.wordpress.com/2010/07/esf_report_final_10_0309.pdf>.
- May Robert M., *The scientific wealth of nations*, «Science», 275 (1997), n. 5301, p. 793-796.

- McCain Katherine W., *Mapping authors in intellectual space. A technical overview*, «Journal of the American Society for Information Science», 41 (1990), n. 6, p. 433-443.
- Id.*, *Mapping economics through the journal literature. An experiment in journal cocitation analysis*, «Journal of the American Society for Information Science», 42 (1991), n. 4, p. 290-296.
- Meier John J.; Conkling Thomas W., *Google Scholar's coverage of the engineering literature. An empirical study*, «The Journal of Academic Librarianship», 34 (2008), n. 3, p. 196-201.
- Merton Robert K., *The Matthew Effect in science, 2. Cumulative advantage and the symbolism of intellectual property*, «ISIS», 79 (1988), n. 299, p. 606-623.
- Id.*, *The normative structure of science. In: The sociology of science. Theoretical and empirical investigations*. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 1973, p. 267-278.
- Models of science dynamics. Encounters between complexity theory and information sciences*, a cura di Andrea Scharnhorst; Katy Börner; Peter van den Besselaar. Berlin: Springer, 2012.
- Moed Henk F., *Citation analysis in research evaluation*. Dordrecht: Springer, 2005.
- Id.*, *Measuring contextual citation impact of scientific journals*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 265-277.
- Id.*, *The Source Normalized Impact per Paper is a valid and sophisticated indicator of journal citation impact*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 62 (2011), n. 1, p. 211-213.
- Moed Henk F. [et al.], *The use of bibliometric data for the measurement of university research performance*, «Research Policy», 14 (1985), n. 3, p. 131-149.
- Moed Henk F.; De Bruin Renger E.; van Leeuwen Thed N., *New bibliometric tools for the assessment of national research performance. Database description*, «Scientometrics», 33 (1995), n. 3, p. 381-422.
- Moed Henk F. [et al.], *Options for a comprehensive database of research outputs in social sciences and humanities*, Version 6, 2009, <www.dfg.de/download/pdf/foerderung/grundlagen_dfg_foerderung/informationen_fachwissenschaften/geisteswissenschaften/annex_2_en.pdf>.
- Nacke Otto, *Informetrie. Ein neuer Name für eine neue Disziplin*, «Nachrichten für Dokumentation», 30 (1979), n. 6, p. 219-226.

- Nalimov Vasilij V.; Mulchenko Z. M., *Measurement of science. Study of the development of science as an information process*. Washington, DC: Foreign Technology Division, 1971.
- Narin Francis, *Evaluative bibliometrics. The use of publication and citation analysis in the evaluation of scientific activity*. Cherry Hill, NJ: Computer Horizons, 1976.
- Id.*, *Patent bibliometrics*, «Scientometrics», 30 (1994), no. 1, p. 147-155.
- Neuhaus Chris [et al.], *The depth and breadth of Google Scholar. An empirical study*, «Portal: Libraries and the Academy», 6 (2006), n. 2, p. 127-141.
- Oppenheim Charles, *Do patent citations count?* In: *The web of knowledge. A Festschrift in honor of Eugene Garfield*, a cura di Blaise Cronin; Helen Barsky Atkins. Medford, N.J.: Information Today, 2000, p. 405-432.
- Opthof Tobias; Leydesdorff Loet, *Caveats for the journal and field normalizations in the CWTS ('Leiden') evaluations of research performance*, «Journal of Informetrics», 4 (2010), n. 3, p. 423-430.
- Otlet Paul, *Traité de documentation. Le livre sur le livre*. Brussels: Editiones Mundaneum, 1934.
- Pinski Gabriel; Narin Francis, *Citation influence for journal aggregates of scientific publications*, «Information Processing & Management», 12 (1976), n. 5, p. 297-312.
- Price Derek J. de Solla, *A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes*, «Journal of the American Society for Information Science», 27 (1976), n. 2, p. 292-306.
- Id.*, *Little science big science*. New York: Columbia University Press, 1963.
- Id.*, *Multiple authorship*, «Science», 212 (1981), n. 4498, p. 986.
- Id.*, *Networks of scientific papers*, «Science», 149 (1965), n. 3683, p. 510-515.
- Priem Jason [et al.], *Altmetrics. A manifesto*, v.1.01 (2011), <altmetrics.org/manifesto>.
- Pritchard Alan, *Statistical bibliography or bibliometrics?*, «Journal of Documentation», 25 (1969), n. 4, p. 348-349.
- Pudovkin Alexander I.; Garfield Eugene, *Rank-normalized Impact Factor. A way to compare journal performance across subject categories*, «Proceedings of the American Society for Information Science and Technology», 41 (2004), n. 1, p. 507-515.
- Quetelet Adolphe, *Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou essai de physique sociale, Tome I*. Paris: Bachelier, 1835.

- Radicchi Filippo; Fortunato Santo; Castellano Claudio, *Universality of citation distributions. Toward an objective measure of scientific impact*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 105 (2008), n. 45, p. 17268-17272.
- Rafols Ismael; Porter Alan L.; Leydesdorff Loet, *Science overlay maps. A new tool for research policy and library management*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 61 (2010), n. 9, p. 1871-1887.
- Ravichandra Rao Inna K., *Quantitative methods for library and information science*. New Dehli: Wiley Eastern, 1983.
- Rennie Drummond; Yank Veronica; Emanuel Linda, *When authorship fails. A proposal to make contributors accountable*, «JAMA», 278 (1997), n. 7, p. 579-585.
- Saha Somnath, *Impact factor: a valid measure of journal quality?*, «Journal of the Medical Library Association», 91 (2003), n. 1, p. 42-46.
- Salsburg David, *The lady tasting tea. How statistics revolutionized science in the twentieth century*. New York: W.H. Freeman, 2001.
- Sampat Bhaven N.; Ziedonis Arvids A., *Patent citations and the economic value of patents. A preliminary assessment*. In: *Handbook of quantitative science and technology research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T Systems*, a cura di Henk F. Moed; Wolfgang Glänzel; Ulrich Schmoch. Dordrecht: Kluwer Academic, 2004, p. 277-297.
- Schreiber Michael, *Self-citation corrections for the Hirsch Index*, «Europhysics Letters», 78 (2007), n. 30002, DOI: 10.1209/0295-5075/78/30002.
- Schubert Andreás; Braun Tibor, *Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact*, «Scientometrics», 9 (1986), n. 5-6, p. 281-291.
- Seglen Per O., *The skewness of science*, «Journal of the American Society for Information Science», 43 (1999), n. 9, p. 628-638.
- Sidiropoulos Antonis; Katsaros Dimitrios; Manolopoulos Yannis, *Generalized Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks*, «Scientometrics», 72 (2007), n. 2, p. 253-280.
- Sivertsen Gunnar; Larsen Birger, *Comprehensive bibliographic coverage of the social sciences and humanities in a citation index. An empirical analysis of the potential*, «Scientometrics», 91 (2012), n. 2, p. 567-575.
- Small Henry G., *Cited documents as concept symbols*, «Social Studies of Science», 8 (1978), n. 3, p. 327-340.

- Id.*, *Co-citation in the scientific literature. A new measure of the relationship between two documents*, «Journal of the American Society for Information Science», 24 (1973), n. 4, p. 265-269.
- Id.*, *Paradigms, citations and maps of science. A personal history*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 54 (2003), n. 5, p. 394-399.
- Small Henry G.; Griffith Belver C., *The structure of scientific literature. I: Identifying and graphing specialties*, «Science Studies», 4 (1974), n. 1, p. 17-40.
- Small Henry G.; Sweeney E., *Clustering the Science Citation Index using co-citations. I. A comparison of methods*, «Scientometrics», 7 (1985), n. 3-6, p. 391-409.
- Snijder Ronald, *Measuring monographs. A quantitative method to assess scientific impact and societal relevance*, «First Monday», 18 (2013), n. 5, DOI: 10.5210/fm.v18i5.4250.
- Stewart John A., *Achievement and ascriptive processes in the recognition of scientific articles*, «Social Forces», 62 (1983), n. 1, p. 166-189.
- Studer Kenneth E.; Chubin Daryl E., *The cancer mission. Social contexts of biomedical research*. Beverly Hills, CA: Sage, 1980.
- Testa Jim, *The Thomson Reuters journal selection process*, 2012, <wokinfo.com/essays/journal-selection-process>.
- Thelwall Michael, *Introduction to webometrics. Quantitative web research for the social sciences*. San Rafael, CA: Morgan & Claypool, 2009.
- Thelwall Mike, *Link analysis. An information science approach*. Amsterdam: Elsevier, 2004.
- Thelwall Mike; Haustein Stefanie; Larivière Vincent; Sugimoto Cassidy R., *Do altmetrics work? Twitter and ten other social web services*, «PLoS ONE», 8 (2013), n. 5, e64841, DOI:10.1371/journal.pone.0064841.
- Thelwall Mike; Vaughan Liwen; Björneborn Lennart, *Webometrics*, «Annual Review of Information Science and Technology», 39 (2005), p. 81-135.
- Torres-Salinas Daniel; Cabezas-Clavijo Álvaro; Jiménez-Contreras Evaristo, *Altmetrics. New indicators for scientific communication in Web 2.0*, «Comunicar», 21 (2013), n. 41, p. 53-60.
- Torres-Salinas Daniel; Moed Henk F., *Library catalog analysis as a tool in studies of social sciences and humanities. An exploratory study of published book titles in economics*, «Journal of Informetrics», 3 (2009), n. 1, p. 9-26.

- Toward a metric of science. The advent of science indicators*, a cura di Yehuda Elkana [et al.]. New York: John Wiley & Sons, 1978.
- van Raan Anthony F. J., *In matters of quantitative studies of science the fault of theorists is offering too little and asking too much*, «Scientometrics», 43 (1998), n. 1, p. 129-139.
- Vargas-Quesada Benjamin; Moya-Anegón Félix, *Visualizing the structure of science*. Berlin: Springer, 2007.
- Vinkler Peter, *The evaluation of research by scientometric indicators*. Oxford: Chandos, 2010.
- Waltman Ludo; Schreiber Michael, *On the calculation of percentile-based bibliometric indicators*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 64 (2013), n. 2, p. 372-379.
- Waltman Ludo [et al.], *Some modifications to the SNIP journal impact indicator*, «Journal of Informetrics», 7 (2013), n. 2, p. 272-285.
- Waltman Ludo [et al.], *Towards a new crown indicator. Some theoretical considerations*, «Journal of Informetrics», 5 (2011), n. 1, p. 37-47.
- Waltman Ludo; van Eck Nees Jan; van Raan Anthony F. J., *Universality of citation distributions revisited*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 63 (2012), n. 1, p. 72-77.
- White Howard D. [et al.], *Libcitations. A measure for comparative assessment of book publications in the humanities and social sciences*, «Journal of the American Society for Information Science and Technology», 60 (2009), n. 6, p. 1083-1096.
- White Howard D.; Griffith Berver C., *Author cocitation. A literature measure of intellectual structure*, «Journal of the American Society for Information Science», 32 (1981), n. 3, p. 163-171.
- White Howard D.; McCain Katherine W., *Visualizing a discipline. An author co-citation analysis of information science, 1972-1995*, «Journal of the American Society for Information Science», 49 (1998), n. 4, p. 327-355.
- Wilson Perry W.; Fred Edwin B., *The growth curve of a scientific literature. Nitrogen fixation by plants*, «Scientific Monthly», 41 (1935), n. 3, p. 240-250.
- Wolfram Dietmar, *Applications of SQL for informetric frequency distribution processing*, «Scientometrics», 67 (2006), n. 2, p. 301-313.

- Wouters Paul, *The citation culture*, PhD Thesis. Amsterdam: University of Amsterdam, 1999, <garfield.library.upenn.edu/wouters/wouters.pdf>.
- Yue Weiping; Wilson Concepción S.; Boller François, *Peer assessment of journal quality in clinical neurology*, «Journal of the Medical Library Association», 95 (2007), n. 1, p. 70-76.
- Zipf George K., *The psycho-biology of language. An introduction to dinamic philology*. London: Routledge, 1936.

Finito di stampare
nel mese di aprile 2014
da Ledi, Milano