



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

LA EVALUACIÓN DE LA
ACTIVIDAD CIENTÍFICA

LECCIÓN INAUGURAL
CURSO ACADÉMICO 2015/2016

VICENTE P. GUERRERO BOTE
Catedrático de Biblioteconomía y Documentación

BADAJOS, 4 DE SEPTIEMBRE DE 2015

Evaluación Cienciométrica

En la Junta de Accionistas de Universia de 2014, Emilio Botín dijo:

“Es imprescindible definir nuestras prioridades estratégicas como país, y entre ellas debe estar la apuesta definitiva en I+D+i que genere riqueza, bienestar social y empleo”.

El opinaba que la inversión en I+D+i es “profundamente social”, puesto que lleva vinculada la generación de empleo y riqueza (Botín: “España necesita ya más inversión en I+D+i”, 2014).

En la actualidad, una gran parte de la inversión en I+D+i procede de fondos públicos, lo que lleva aparejado la necesidad de transparencia y de rendir cuentas y, por tanto, la necesidad de evaluar el rendimiento. Evaluación que también es conveniente por cuanto ayuda a mejorar “la institución de la ciencia”. Ya en 1957 Merton decía:

“Al igual que otras instituciones sociales, la institución de la ciencia tiene sus valores característicos, normas y organización. Entre ellos, un énfasis en el valor de la originalidad, evidente por sí mismo, ya que ésta hace avanzar la ciencia mucho. Al igual que otras instituciones, también tiene su sistema de asignación de recompensas por desempeño. Estas recompensas son en gran parte honoríficas, ya que incluso hoy en día, cuando la ciencia se ha profesionalizado en gran medida, la búsqueda de la ciencia se define culturalmente como una búsqueda principalmente desinteresada de la verdad y sólo secundariamente como un medio de ganarse la vida. Las recompensas deben ser otorgadas de acuerdo con la medida de los logros. Cuando dicha institución funciona de manera efectiva, el aumento del conocimiento y de la fama personal van de la mano.” (Merton, 1957)

La actividad investigadora puede considerarse un ciclo donde hay unas entradas (corpus de conocimientos disciplinares, recursos de información, capital humano avanzado, recursos económicos, equipamiento de laboratorio, etc.) y una generación de conocimiento que genera unas salidas (artículos científicos, comunicaciones en congresos, tesis doctorales, monografías, patentes, productos, etc.) que a su vez se pueden convertir en entradas de nuevo al ciclo (Salkind y Rainwater, 2003; Callon, Penan y Coartial, 1995).

A partir de la Segunda Guerra Mundial empezó a haber un gran interés por cuantificar los esfuerzos nacionales en I+D, que la OCDE y la NSF intentaron sistematizar con el *Manual de Frascati* (Organisation for Economic Cooperation and Development, 1993) sobre el gasto y el personal dedicado al I+D. La cuantificación de las entradas tiene interés a la hora de determinar el tamaño o el esfuerzo que se realiza en un determinado sistema de Ciencia y Tecnología.

Pero, para medir la eficiencia o el total de los resultados obtenidos por un determinado sistema, ya sea nacional, regional, sectorial, universitario, departamental o incluso personal, se hace necesario medir las salidas. La cuantificación/evaluación de las salidas, idealmente debería tener en cuenta todos los resultados obtenidos en la investigación, y todos los medios elegidos para su publicación – artículos en revistas científicas, comunicaciones en congresos, revisiones, patentes, informes, monografías, productos, etc. (Lancho-Barrantes et al., 2010a). Y esto se considera, por ejemplo, cuando se evalúan investigadores que pueden detallar todos y cada uno de sus resultados. Sin embargo, las evaluaciones de grandes volúmenes de investigación, consideran principalmente la comunicación académica incluida en las principales bases de datos bibliográficas, tanto multidisciplinares como especializadas, nacionales o internacionales. De hecho, a estos registros los solemos etiquetar como *producción científica*. La razón es que estas bases de datos bibliográficas permiten el manejo automático de masivas cantidades de registros.

En ese punto es donde aparece la *Cienciometría*, que fue por primera vez definida por Nalimov y Mulcjenko (1971) como:

“Los métodos cuantitativos de investigación aplicados al desarrollo de la Ciencia (incluida las Ciencias Sociales y las Humanidades) como un proceso informacional.”

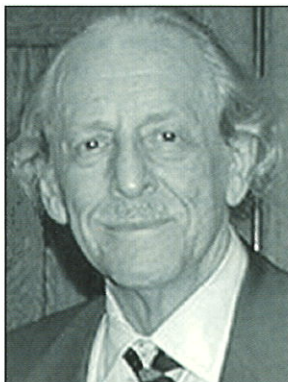
Mingers y Leydesdorff (2015) la definen como el estudio de aspectos cuantitativos de la Ciencia y la Tecnología vistas como un proceso de comunicación. La *Cienciometría* estudia la calidad e impacto de la investigación, el análisis del proceso de citación, la representación gráfica de los campos científicos, así como la aplicación de indicadores en la política y gestión de la ciencia.



Vasily V. Nalimov (1910-1997)

No obstante, todos sabemos que no todos los trabajos publicados tienen el mismo valor. Para analizar la calidad de los trabajos, la *Cienciometría* se ha basado en la idea de *impacto científico*, como el impacto que provoca la publicación de un trabajo en la comunidad científica. Y para calcularlo, utiliza la citación, sobre la base de que a pesar de sus diferentes motivaciones (Bornmann y Daniel, 2008), una cita supone un reconocimiento a un trabajo anterior (Moed, 2005). Dicha citación de unos autores a otros proporciona enlaces entre personas, ideas, publicaciones, instituciones, etc., que constituyen la red que puede ser analizada cuantitativamente.

Esto tiene en gran medida su origen en el trabajo de Eugene Garfield que identificó su importancia con la creación del *Science Citation Index (SCI)* como base de datos bibliográfica que incluye las referencias (Garfield, 1955). Aunque su propósito inicial no fue la Evaluación Científica sino la Recuperación de Información actuando como términos de búsqueda. Al SCI se unió el Social Sciences Citation Index (SSCI) en 1973 y el *Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)* en 1978.



Eugene Garfield (1925-)

Price (1963; 1965), historiador, fue uno de los primeros en ver la importancia de las redes de trabajos científicos y autores, comenzando a analizar procesos cientométricos. Él nos llevó a la idea de “*ventaja acumulativa*” (Price, 1976), también llamada: conexión preferencial, muy parecido a lo que Merton (1968;1988) definió como “*efecto Mateo*”. Price identificó algunos problemas clave que tendrían que resolver los cientómetros como: el mapeo de los colegios invisibles, la relación entre productividad y calidad así como los diferentes hábitos de citación en los diferentes campos. Merton en 1978, fue uno de los editores del libro titulado: “*Hacia una Métrica de la Ciencia: El Advenimiento de los Indicadores Científicos*” (Elkana et al., 1978).



Derek J. de Solla Price (1922 – 1983)



Robert K. Merton (1910 - 2003)

Por aquella época comenzó a utilizarse el análisis de citas en Política Científica. Por ejemplo, los datos del ISI fueron utilizados en 1972 en los *Science Indicators Reports* de Estados Unidos, y por la OCDE. Y se desarrolló el *Factor de Impacto* que, pese a todas sus debilidades, sigue siendo utilizado hoy en día (Garfield y Sher, 1963).

Quizá, el mayor logro de la Cienciometría ha sido pasar de la oscuridad que suponía ser la rama estadística de la Documentación o Ciencia de la Información (como se denomina en el ámbito anglosajón) a jugar un importante papel, a menudo criticado, monitoreando, recopilando y evaluando la actividad científica, ante la necesidad de transparencia y como ayuda a la toma de decisiones. Y esto se lleva a cabo a múltiples niveles, a nivel individual, a nivel de grupos de investigación, de instituciones, regiones, y revistas científicas, con las consiguientes consecuencias en términos de puestos de trabajos, promociones, incentivos y rankings. En el pasado esto también se hacía, pero mediante procesos de revisión por pares con los inconvenientes de subjetividad, favoritismo y conservadurismo (Bornmann, 2011; Irvine et al., 1985).

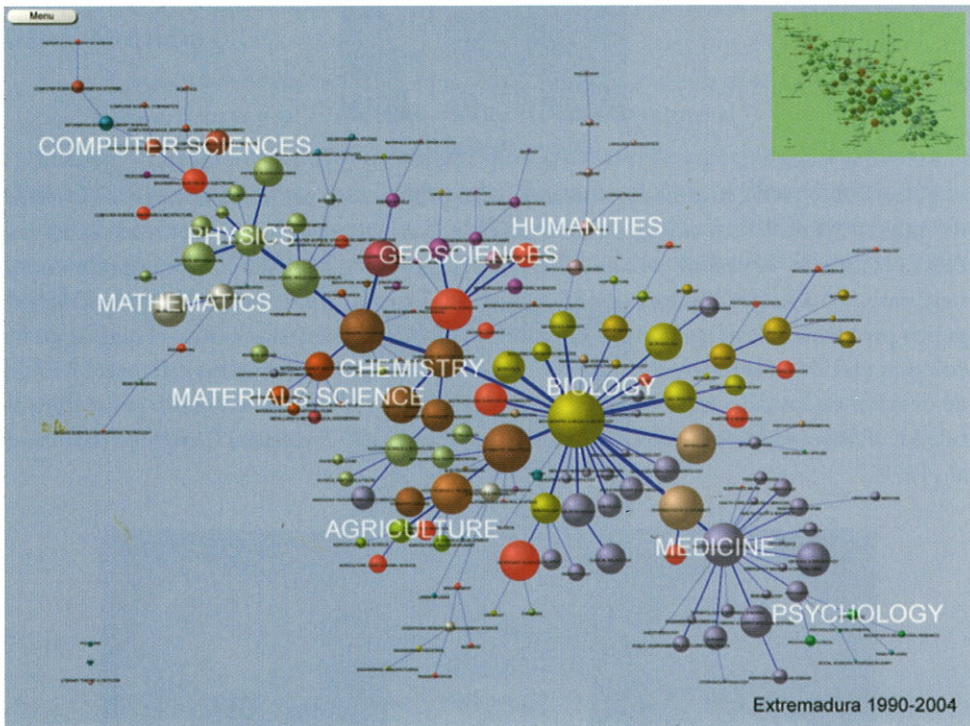


Figura 1: Mapa de Cocitación de Categorías de Extremadura (1990-2004).

Paul Wouters en su tesis doctoral (1999), describe como ven la cienciometría, a raíz de este nuevo papel, los propios cienciómetras, los funcionarios de política científica, los sociólogos de la ciencia o investigadores en general:

“Los cienciómetras consideran que están midiendo la ciencia, ya sea como “científicos de la ciencia” o como sociólogos. Para los funcionarios dedicados a la política científica, la Cienciometría es sólo una de muchas fuentes de instrumentos políticos. Los eruditos en estudios de la ciencia tienden a

verla meramente como un método sin teoría. Por último, los científicos tienden a dividirse en dos grupos: los opositores y los partidarios. Esto también es cierto en los investigadores de las ciencias sociales y las humanidades. Los adversarios plantean todo tipo de argumentos en contra de la medición de la ciencia en general (por ejemplo, la naturaleza creativa inconmensurable del descubrimiento científico) y el análisis de citas en particular (por ejemplo, la falta de sentido de la cita). Los partidarios tienden a ver el escrutinio cuantitativo del proceso científico como un medio para mejorar la calidad de la investigación, a pesar de sus limitaciones.”

Este papel que está jugando la cuantimetría hace también que en lugar de reflejar la realidad solamente, la esté transformando en la medida que modifica los comportamientos de los académicos y los investigadores (Wouters, 2014).

Bases de Datos Bibliográficas

Para llevar a cabo este tipo de estudios es necesario utilizar bases de datos bibliográficas que contengan las referencias. Aunque hay algunas de ámbito nacional o especializado, las más utilizadas son:

- **WOS (Web of Science):** Base de datos de la compañía Thomsom Reuters, que gestiona el ISI (Instituto para la Información Científica) de Filadelfia. Es la más antigua e incluye unas doce mil revistas científicas, en función de la propia citación de las mismas. Aunque se ha dicho siempre que tiene un sesgo hacia lo anglosajón por un lado, y hacia las ciencias duras por otro, los estudios demuestran un cierto equilibrio con la excepción de las Ciencias Sociales y las Humanidades (Braun, Glänzel y Schubert, 2000; Van Leeuwen 2006; Moed et al., 2008).
- **Scopus:** Base de datos de la compañía Elsevier que incluye unas 20.000 revistas científicas. Con una tecnología más actual, permite identificar con mayor exactitud al citado y al citante, siendo la que menos inconsistencias tiene. Los estudios realizados muestran también equilibrio en cuanto a la cobertura con el mismo problema en las Ciencias Sociales y Humanidades (Moya-Anegón, et al., 2007; Moed et al., 2008).
- **Google Académico (o Google Scholar):** Generada a partir de la producción científica accesible a través de la web, bien en texto completo, bien el resumen o bien solamente su referencia. Es la que mayor cobertura tiene, reduciendo así los problemas con las Ciencias Sociales y las Humanidades (Van Leeuwen 2006; Moed et al., 2008). No tiene selección, como en WOS o Scopus, por lo que incluye prácticamente todo (aunque con vacíos incontrolados). A diferencia de las anteriores, donde para votar (citar) hay que publicar un trabajo en una revista científica de prestigio, en esta no hay selección. La tasa de error es mucho más elevada que en las otras, no facilita enlace a algunas citas, aparecen citas fantasmas, así como enlaces duplicados que proceden del mismo trabajo o de versiones distintas publicadas por diferentes fuentes, etc. (García-Pérez, 2010; Adriaanse and Rensleigh, 2013; Jacso, 2008; Harzing y van der Wal, 2008).

En definitiva, WOS y Scopus tienen un desequilibrio de cobertura en Ciencias Sociales y Humanidades, aunque Scopus incrementa día a día su cobertura en esas áreas. Google Académico ofrece la mayor cobertura, lo cual por la falta de selección también supone un problema, y además tiene una gran tasa de error. Por otro lado, para estudios avanzados a gran escala se necesita acceso completo a la base de datos. Los grandes Centros Científico-métricos tienen acceso completo a WOS y a Scopus, pero no es posible ese acceso a Google Académico.

Otro gran problema de estas bases de datos es la Normalización tanto de autores (con ORCID y ResearchID en mantillas todavía) como de instituciones, puesto que recogen la información tal y como se publica en las revistas.

Impacto de Citación

El uso de estas bases de datos no permite discriminar las citas por el contexto o motivación. Puede haber citas para rellenar la introducción, citas negativas, o citas a un trabajo retirado (Bornmann y Daniel, 2008; Brooks, 1985). Sin embargo, lo entierran todo con la posibilidad de recuperar grandes cantidades de datos que le dan significación estadística a las cifras finales. Por ejemplo, en el último cálculo del *SJR* hemos utilizado 31.606.182 trabajos científicos publicados y las 913.702.737 citas existentes entre ellos.

No se citan igual los distintos tipos documentales. Las revisiones y los artículos son los tipos documentales que mayor citación obtienen. La mayor citación viene a obtenerse con tres años de edad. Es llamativo que aunque las revisiones no son las que suponen una mayor aportación científica son las que obtienen una mayor citación. Esto tiene que ver con la necesidad de hacer una pequeña revisión en la introducción de cada trabajo y la necesidad, por tanto, de recurrir a las mismas.

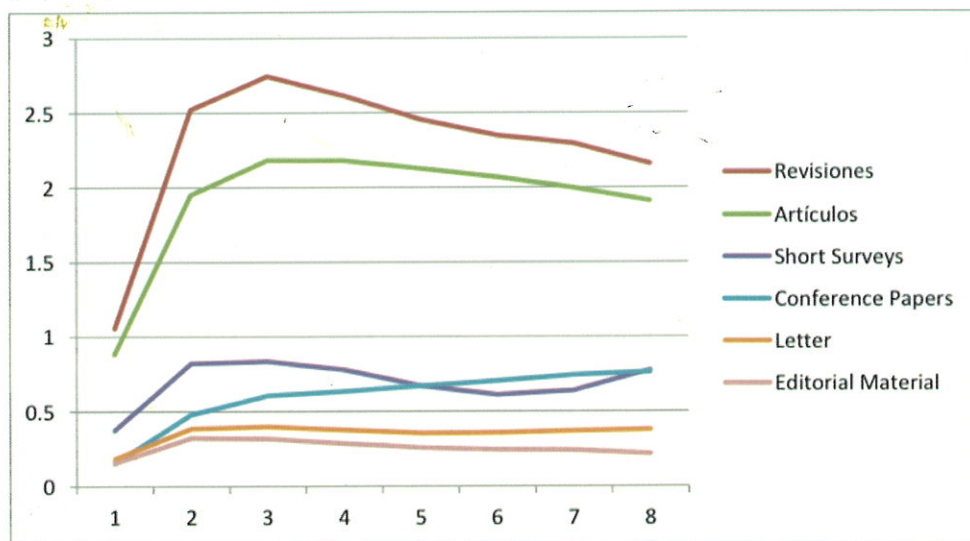


Figura 2: Promedios de citación de los principales tipos documentales en Scopus en función de su edad (2003-2011).

También depende del campo científico. Nederhof (2006) enumeró las siguientes diferencias de la investigación en Ciencias Sociales y Humanidades con respecto a la investigación en Ciencias que dificultan su evaluación utilizando estos medios:

- Orientación más nacional o incluso regional.
- Menor difusión en revistas científicas y mayor en libros.
- Ritmo más lento de desarrollo teórico.
- Menos colaborativa.
- Dirigida más hacia un público no académico.

La orientación nacional dificulta la cobertura por las bases de datos internacionales (Hicks, 1999; Nederhof, 2006), pero parece que las revistas científicas van cobrando mayor protagonismo en la difusión de las Ciencias Sociales (Larivière et al., 2006).

En el caso de las ingenierías, los Congresos tienen una gran importancia en la difusión de los resultados (Glänzel et al., 2006; Lisée et al., 2008), lo cual acarrea también ciertos problemas, por la cobertura de las bases de datos.

Los hábitos de citación también son diferentes. En la tabla 1 podemos ver las diferencias en los promedios de referencias por artículos en las diferentes áreas temáticas; así como su variación cuando consideramos las ventanas de citación de los dos o tres años anteriores (los que se suelen considerar en la mayor parte de los indicadores de impacto) y más aún cuando consideramos las referencias que están presentes en la base de datos. Por ejemplo, Artes y Humanidades pasa de la segunda posición (en referencias por trabajo) a la última (en referencias a los trabajos publicados en los dos o tres años anteriores y presentes en Scopus).

Existen disciplinas que citan trabajos más actuales que otras, y además existen algunas que citan con mayor frecuencia, trabajos internacionales incluidos en los índices de citación. Los libros que se citan más frecuentemente en las Humanidades y en las Ciencias Sociales no suelen estar incluidos. Es decir, un impacto, una citación, invisible para las bases bibliográficas en ciertas disciplinas, lo que puede considerarse también una deficiencia de cobertura. Además existe un vínculo entre estos hábitos de citación y los resultados medios obtenidos en cada disciplina, en los distintos indicadores de impacto (Althouse, et al., 2009; Lancho-Barrantes et al., 2010a). Como consecuencia de ello, los indicadores de citación puros no son directamente comparables entre disciplinas, necesitando una normalización.

Dicha normalización puede realizarse en los citantes (*citing-side*), ponderando el valor de la cita, teniendo en cuenta el número de referencias útiles que tiene el documento citante (Zitt y Small, 2008). Sin embargo, también existen campos científicos que por naturaleza son exportadores de conocimiento; es decir, que reciben citación procedente de otros campos, lo que también ocasiona diferencias (Lancho-Barrantes et al., 2010b).

Subject Areas	Ref/art	Ref (3 años)/art	Ref (2 años)/art	Ref(Scopus)/art	Ref(3 años, Scopus)/art	Ref(3 años, Scopus)/art
General	21,9	6,1	4,1	13,0	5,1	3,5
Agricultural and Biological Sciences	33,6	6,3	3,9	15,3	4,8	3,1
Arts and Humanities	43,1	4,4	2,7	4,3	1,2	0,7
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	36,5	9,8	6,5	24,8	9,0	5,9
Business, Management and Accounting	21,1	3,6	2,2	5,9	1,5	0,9
Chemical Engineering	19,4	4,3	2,8	9,9	3,4	2,2
Chemistry	33,3	8,3	5,5	18,6	6,9	4,6
Computer Science	18,7	4,8	3,1	6,5	2,3	1,4
Decision Sciences	23,4	3,9	2,3	7,6	2,0	1,2
Earth and Planetary Sciences	32,7	6,4	4,1	13,8	4,5	2,9
Economics, Econometrics and Finance	26,4	4,8	3,0	7,8	2,0	1,2
Energy	13,8	3,1	2,0	4,9	1,7	1,1
Engineering	14,2	3,3	2,1	5,7	2,0	1,2
Environmental Science	32,9	6,6	4,1	14,7	4,6	2,9
Immunology and Microbiology	33,9	9,3	6,2	23,3	8,5	5,6
Materials Science	20,9	4,9	3,1	11,0	3,8	2,3
Mathematics	20,4	4,4	2,9	6,8	2,3	1,4
Medicine	23,1	5,9	3,8	13,9	4,9	3,2
Neuroscience	44,5	10,7	6,9	29,7	9,9	6,4
Nursing	17,5	4,7	3,1	9,3	3,3	2,1
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	31,4	8,4	5,6	20,3	7,2	4,8
Physics and Astronomy	23,9	6,0	4,1	11,1	3,7	2,3
Psychology	39,2	6,3	3,8	15,2	4,2	2,5
Social Sciences	35,1	6,4	4,1	6,0	1,8	1,1
Veterinary	23,2	4,2	2,6	10,6	3,2	1,9
Dentistry	23,8	4,6	2,8	13,3	4,0	2,4
Health Professions	23,6	6,0	3,9	13,5	4,7	3,0

Tabla 1: Promedios de referencias por artículo, en total, en las ventanas de citación de 2 y 3 años y en las ventanas de citación e incluidas en Scopus (Lancho-Barrantes et al., 2010a).

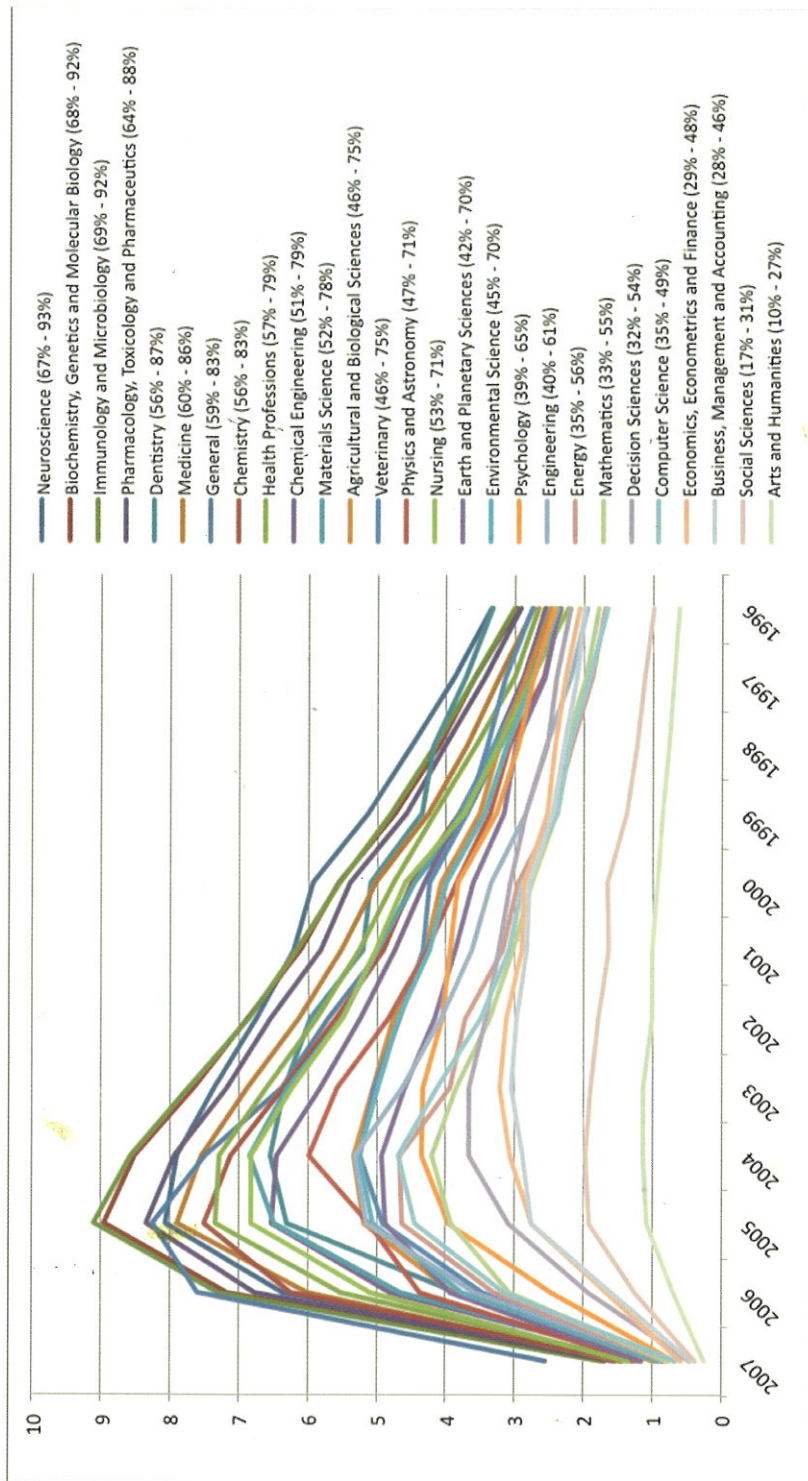


Figura 3: Porcentaje para cada año del total de referencias en artículos publicados en 2007 e incluidos en Scopus hacia artículos indexados en Scopus en los 12 años anteriores relativo al total de referencias por artículos publicados en 2007 (en paréntesis la suma de estos porcentajes y el porcentaje que esta suma representa en las referencias a este periodo) (Lancho-Barrantes et al., 2010a).

Tradicionalmente, esta normalización se ha hecho sobre los citados (*cited-side*); es decir, sobre las citas recibidas. En este caso, se divide la citación bruta por el promedio obtenido por los trabajos del mismo tipo, edad y campo científico.

Pero, ¿cómo determinar el campo científico?, ¿cómo determinar los campos científicos en los que se divide la ciencia?. Aquí tradicionalmente se ha confiado en las clasificaciones de revistas utilizadas por las bases de datos bibliográficas, las categorías del JCR o las *Specific Subject Areas* de Scopus. Aunque esto no es la solución ideal, porque hay categorías multidisciplinares y porque las revistas pueden estar asociadas a más de una categoría como consecuencia de que publican trabajos de diferentes campos científicos.

Claro que también hay soluciones imaginativas, para evitar esa dependencia de una clasificación, como puede ser utilizar la citación recibida para determinar el campo científico como hace el *SNIP* (Moed; 2010; Waltman et al., 2013).

Por otro lado, la citación de un trabajo es dependiente de su edad; es decir, cuanto más tiempo pase desde su publicación, más científicos han podido leerlo y más han podido citarlo. Por esta razón, no resulta conveniente utilizar la citación hasta que el trabajo lleva varios años publicado. Cuando no es posible la espera, se suele utilizar el prestigio del medio o la revista utilizada. Esto da lugar a la diferenciación entre el *impacto esperado* (el de la revista) y el *impacto observado* (la citación del propio trabajo). Sin embargo, también ha dado lugar al empleo indiscriminado del *impacto esperado* en sustitución del *observado* en ámbitos ajenos a la *Cienciometría*, dando lugar a lo que se conoce por *obsesión por el impacto*. Esto no es recomendable y es injusto, porque la citación que reciben las revistas se distribuye de manera muy desigual entre los trabajos que publican. Para evitar este uso, nos solemos conjurar todos los *Cienciómetros* en todos los congresos o reuniones, lo que ha dado lugar a la Declaración de San Francisco (Declaration on Research Assessment, 2013) o el Manifiesto de Leiden (Hicks et al., 2015).

Impactos Alternativos

El gran crecimiento de las redes sociales ha abierto la puerta a nuevas formas de determinar el impacto de la investigación académica (Bornmann, 2014; Konkiel y Scherer, 2013; Priem, 2014; Roemer y Borchardt, 2012), denominadas "*altmetrics*". Estas métricas cuantifican el impacto social de la investigación en el sentido de impacto en la sociedad más que en la comunidad científica. Se pueden distinguir distintos tipos de impactos (Lin y Fenner, 2013):

- Vistas: en repositorios institucionales, editores, etc.
- Descargas.
- Discusiones: en Wikipedia, Facebook, Twitter, NatureBlogs, ScienceSeeker, etc.
- Recomendaciones: F1000Prime.
- Citas: Wikipedia, CrossRef, WOS, Scopus y Google Scholar.

Estas métricas están todavía en mantillas, y tienen algunos problemas por solucionar

como son los fraudes, la baja presencia de trabajos antiguos o el estudio de cómo se generan los impactos, entre otros.

No obstante, teniendo en cuenta que en la actualidad las revistas científicas se distribuyen principalmente a través de plataformas digitales, un caso particular son las descargas de los trabajos, que se pueden determinar objetivamente. Esto suponía una gran esperanza para evitar los tiempos de espera de la citación, puesto que las descargas comienzan antes incluso de la publicación de un trabajo. Sin embargo, se ha comprobado que durante los primeros años hay un gran efecto novedad, que no cristaliza en citación y que depende principalmente del prestigio de la revista. Las descargas que comienzan a ser indicativas del impacto son las que se realizan a partir de los cinco años, lo que no supone ventaja sobre la citación (Guerrero-Bote y Moya-Anegón 2014).

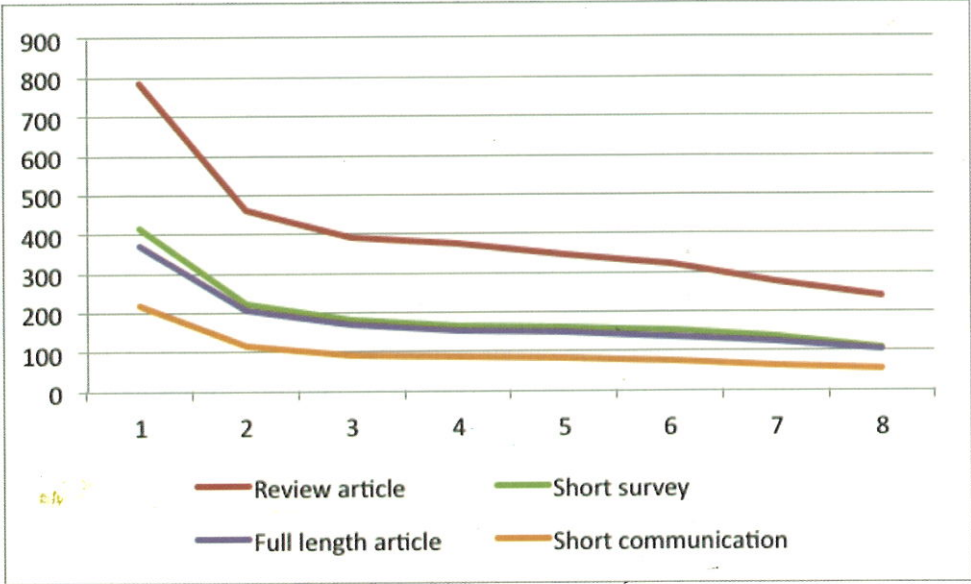


Figura 5: Promedios de Descargas de los principales tipos documentales de ScienceDirect en función de su edad (Guerrero-Bote y Moya-Anegón 2014).

Actualmente, también se está trabajando en un *Impacto Tecnológico* basado, no ya en las patentes que se publican, sino más bien en la citación que los trabajos publicados en revistas científicas reciben de las patentes. Para ello existen en la actualidad, dos grandes bases de datos, USPTO de la oficina de patentes de Estados Unidos y PATSTAT de la Oficina Europea de Patentes. Estas bases de datos se caracterizan por su falta de normalización, por lo que se hace necesario un proceso externo de asociación de las referencias.

Las curvas de citación, recuerdan bastante a las de citación científica, con las principales diferencias de los menores promedios de citación y de que aquí hay áreas que no reciben citación de las patentes, aunque tampoco existe ninguna razón para esperarlas.

También se ha observado, que este impacto tecnológico no tiene una coincidencia total con el impacto académico. Existen trabajos con gran impacto tecnológico que no tienen gran impacto académico y viceversa.

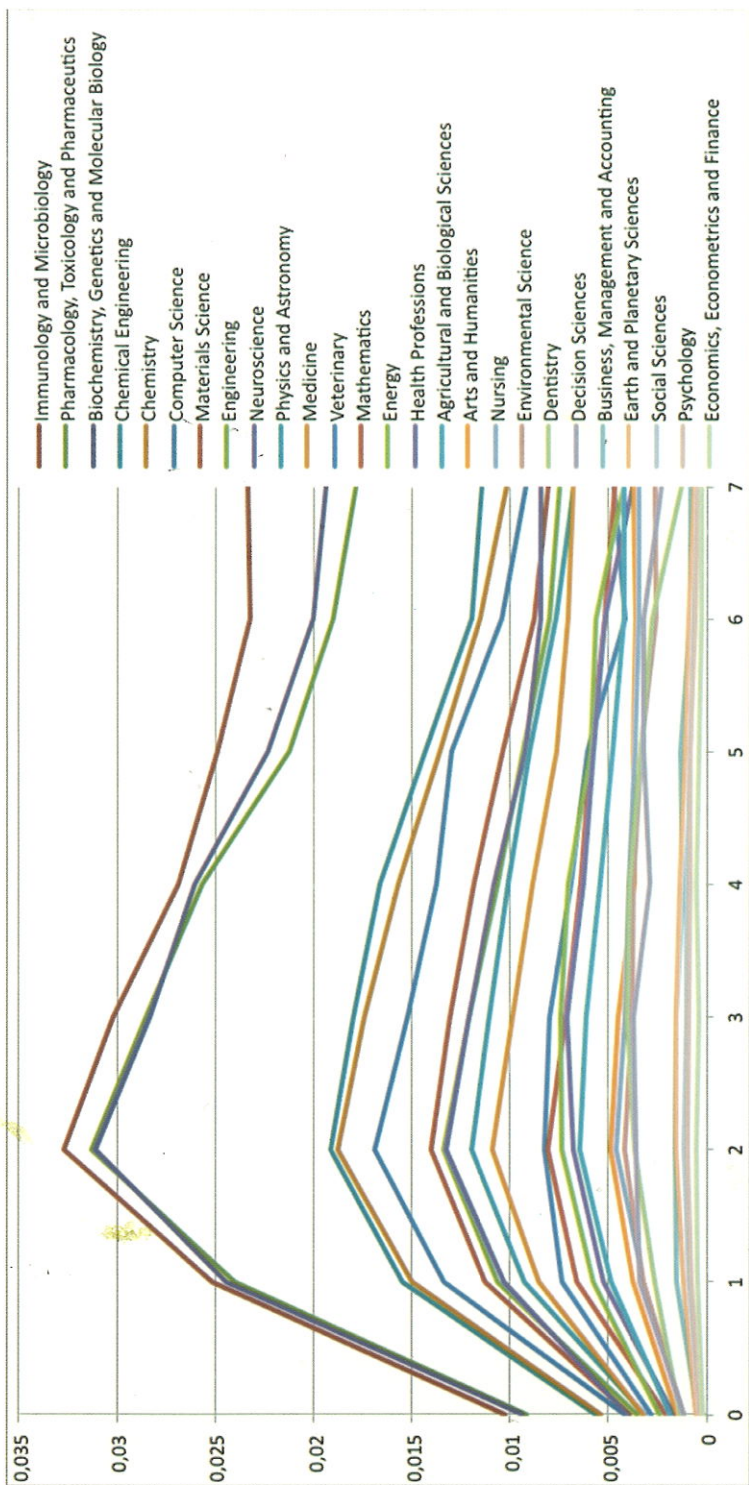


Figura 6: Citación procedente de patentes hacia trabajos científicos recogidos en Scopus por edad y Áreas Temáticas Específicas (PATSTAT-Scopus, 2003-2013).

Colaboración Científica

La cooperación científica es imprescindible para el progreso de la ciencia actual y un elemento esencial en la *Gran Ciencia (Big Science)* (Price, 1963), ya que permite afrontar de forma más eficiente problemas complejos, completar insuficiencias y posibilita que se alcance la masa crítica necesaria para el avance del conocimiento (Klein, 1996). La colaboración es un signo de la madurez y del grado de profesionalidad alcanzado en los diferentes campos científicos. En todas las disciplinas y a todos los niveles, el número de trabajos en colaboración se viene incrementando desde décadas, de tal forma que se asume como un fenómeno notable (Alonso-Arroyo et al., 2005).

Los beneficios potenciales de la colaboración pueden depender de la disciplina. Su efecto en el impacto científico parece ser mayor en las ciencias “duras” tales como la Física o la Astronomía, que en las ciencias “blandas”, como la Sociología o las Ciencias Sociales (Stack, 2002; Bandyopadhyay, 2001; Moed et al., 1991; Bridgstock, 1991) con diferentes hábitos de citación (Lancho-Barrantes et al., 2010a; 2010b).

El beneficio depende también de los diferentes tipos de colaboración (Leimu y Koricheva, 2005; Katz y Hicks, 1997): (a) doméstica (entre autores de la misma institución) (b) institucional (autores de diferentes instituciones del mismo país) e (c) internacional (autores de diferentes países) (Leimu y Koricheva, 2005). De este modo, aunque la colaboración institucional es más importante que la doméstica, la colaboración internacional aumenta más las tasas de citación (Narin et al., 1991, Katz y Hicks, 1997, Goldfinch et al., 2003; Soryamoorthy, 2009).

Sin embargo, el fomento de la colaboración también tiene sus riesgos. Esto les viene antes a la mente a los investigadores de las Ciencias Sociales y las Humanidades que tradicionalmente han tenido menor tendencia a la colaboración. Puede, incrementar mucho no solo la citación, sino también la producción, dando lugar a un cierto tráfico de autorías. Y también a nivel institucional o nacional puede dar lugar a una dependencia científica. Algunos países, han seguido la estrategia de colocar investigadores en puestos insignificantes de equipos importantes, lo que no sólo ha incrementado notablemente su citación sino también su producción. Sin embargo, son incapaces de generar producción de manera autónoma.

Por esta razón, también tiene su importancia cómo se realiza el recuento de los trabajos. Tradicionalmente en Cienciometría se ha utilizado el *recuento completo*, que asigna el crédito completo a cada autor participante. Esto se ha hecho, entre otras razones, por problemas con las bases de datos para identificar las instituciones o países de cada autor. Este tipo de recuento fomenta la colaboración internacional, pero no distingue los casos de dependencia científica anteriormente mencionados.

Ahora hay algunos cienciómetras partidarios del *recuento fraccionado*, que viene a disuadir

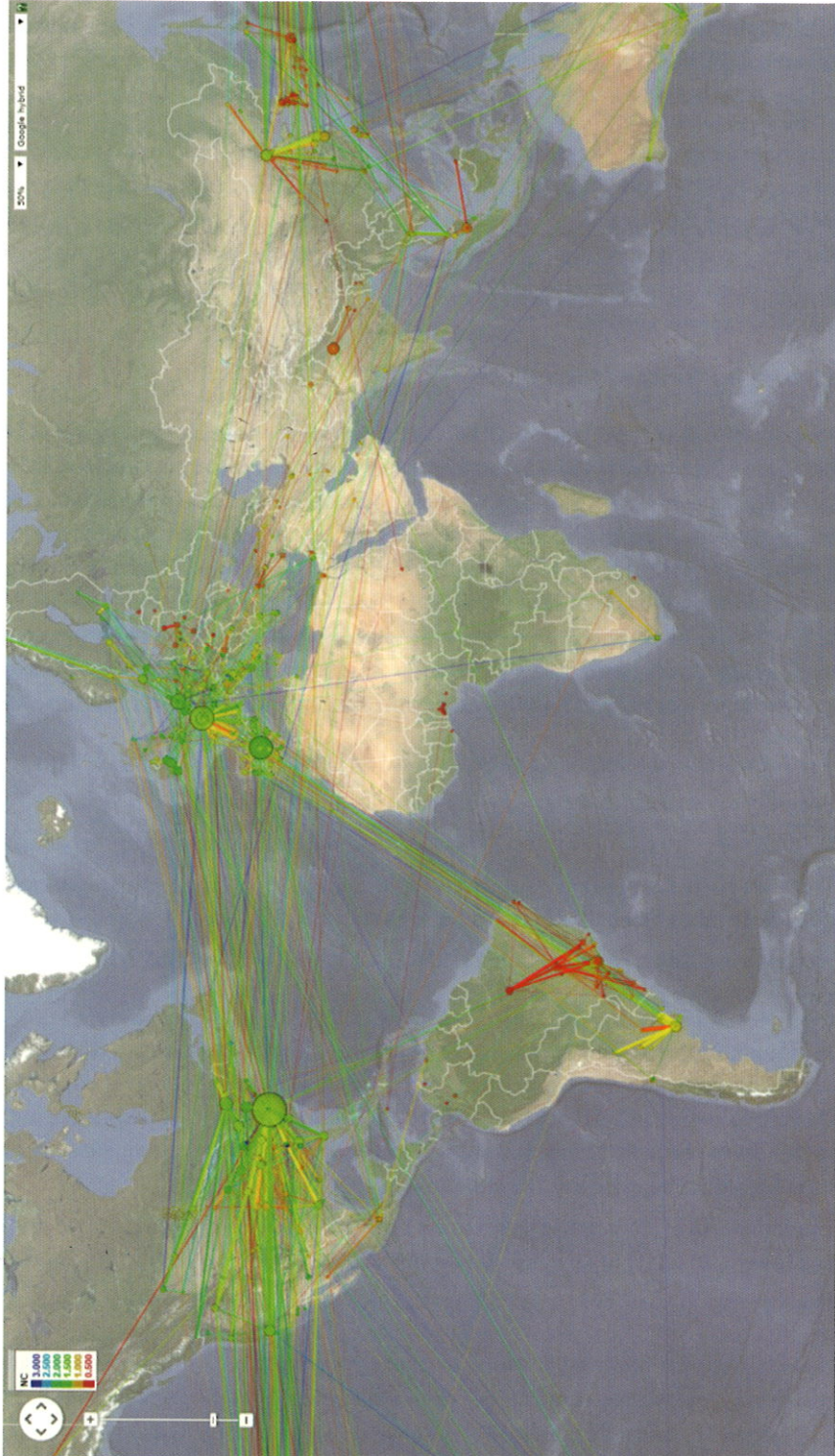


Figura 7: Mapa de Colaboración Científica en Ciencias de los Alimentos (Scopus, 2003-2013).

de la colaboración internacional dividiendo el crédito de la publicación entre los autores o unidades de análisis (Waltman y Van Eck, 2015).

Y luego está el recuento *directo*, que solo le asigna el crédito al autor más prominente. Algunos han utilizado el primer autor, algo que fallaría en las disciplinas donde se sigue el orden alfabético. Otro nuevo método utiliza el autor de correspondencia para generar indicadores de liderazgo (Moya-Anegón, et al., 2013), puesto que es el que acepta la responsabilidad ante la revista y la comunidad científica del trabajo publicado. A nivel de investigador esto puede generar ciertas dudas, pero estas disminuyen cuando vamos a unidades de análisis de mayor tamaño.

Evaluación de las Revistas Científicas

Todo esto comenzó con la evaluación de las revistas científicas mediante el *Factor de Impacto* a partir del *SCI* (Garfield, 1972). Lo cierto es que no es más que un promedio de citas por trabajo publicado, aunque no es el único posible, ni siquiera el único publicado. La diferencia está en que estos promedios necesitan definir dos ventanas temporales, por un lado la de citantes y por otro lado, la de citables. En el *Factor de Impacto*, la ventana de citantes es el año en cuestión, mientras que la ventana de citables son los dos años anteriores. En el Índice de Inmediatez se utiliza como ventana de citables el propio año de los citantes, y en el *Factor de Impacto* de cinco años, los cinco años anteriores. También ha habido otras propuestas diacrónicas que no han tenido gran aceptación en la comunidad científica.

El *Factor de Impacto* ha sido ampliamente criticado (Vanclay, 2012; Braun, 2012) por:

- Posibilitar el manejo por parte de los editores de las revistas.
- Valorar todas las citas del mismo modo, independientemente de su procedencia.
- Tener en cuenta una parte insuficiente de la citación, puesto que no se alcanza si quiera el máximo de citación en dos años en muchas disciplinas.
- No ser comparable fuera de cada disciplina debido a los diferentes hábitos de citación y tamaños de las mismas.

El *SNIP* (Source Normalized Impact per Paper) es uno de los indicadores de revistas calculados con la base de datos Scopus que ofrece Elsevier en Journalmetrics (<http://www.journalmetrics.com/snip.php>) (Moed, 2010; Waltman et al., 2013). Este indicador define una forma de normalizar el *Factor de Impacto* de tres años para que los resultados sean comparables globalmente, entre unas disciplinas y otras:

- Basándose en el número de referencias promedio a la base de datos de la disciplina (*citing-side*) en lugar de en el número promedio de las citas recibidas (*cited-side*).
- Determinando la disciplina de cada revista en función de los trabajos que la citan.

Recientemente también han surgido otros métodos recursivos que se basan en el grado de intermediación de caminante aleatorio que también emplea Google en su Pagerank. De modo que no asignan el mismo valor a todas las citas sino que tendrán más valor aquellas

que procedan de revistas más prestigiosas. Para calcularlos se genera una red ponderada y dirigida, donde los nodos son las revistas y los enlaces están ponderados por el número de citas. Esto último significa que la citación está normalizada en el citante, corrigiendo así diferencias en los hábitos de citación.

Dentro de esta categoría está el *Eigenfactor* (Bergstrom, 2007) de Thomsom Reuters que en realidad ofrece dos indicadores: el propio *Eigenfactor*, indicador *size dependent*, que refleja el prestigio global de la revista, y el *Article Influence (AI)*, un indicador *size independent*, que se puede utilizar para comparar revistas. Utiliza la citación realizada desde el año en cuestión a los trabajos publicados los cinco años anteriores.

El SCImago Journal Rank (González-Pereira et al., 2010; Guerrero-Bote y Moya-Aneón, 2012) es otro de los indicadores de revistas calculados con la base de datos Scopus que ofrece Elsevier en Journalmetrics (<http://www.journalmetrics.com/sjr.php>). Y también está basado en el PageRank de Google.

En este indicador, los enlaces entre las revistas se ponderan también por el coseno entre los perfiles de cocitación de las dos revistas implicadas. El coseno entre los perfiles de cocitación aquí es utilizado como una medida de la relación temática entre las revistas, en el sentido de que una cita procedente de una revista de una disciplina cercana, tiene que tener mayor peso porque siempre podrá apreciar mejor el trabajo citado.

Entre las características más destacables del *SJR* cabe citar las siguientes:

- No tiene tendencia a aumentar ni a disminuir por las variaciones de la cobertura de la base de datos, a diferencia del *Factor de Impacto* que tiene tendencia a aumentar como consecuencia del aumento de la base de datos.
- Pondera las citas por el prestigio de la revista.
- Pondera las citas por la relación temática. Esto reduce el flujo de prestigio entre disciplinas, haciendo los resultados más comparables de unas disciplinas a otras.
- Cuanto mayor sea el número de referencias de una revista, menor será el peso que se asocia cada una de ellas, corrigiendo así diferencias en los hábitos de citación.
- Los valores son fácilmente interpretables (1 es la media).
- Tiene correlaciones altas con el *Factor de Impacto* y con el *SNIP* dentro de las disciplinas.

Home

Journal Rankings

Journal Search

Country Rankings

Country Search

Compare

Map Generator

Help

About Us

Journal Rankings

Ranking Parameters

Subject Area: All

Subject Category: All

Region/Country: All

Order By: SJR

Year: 2014

Display journals with at least: 0 Citable Docs. (3 years)

Refresh

Complete list (2014).

Download data (Excel .xlsx)

1 - 50 of 22878 << First | < Previous | Next > | Last >>

	Title	Type	SJR	H index	Total Docs. (2014)	Total Docs. (3years)	Total Refs.	Total Cites (3years)	Citable Docs. (3years)	Cites / Doc. (2years)	Ref. / Doc.	Country
1	Ca-A Cancer Journal for Clinicians	j	37,384	108	48	131	2,888	11,037	111	75.69	60,17	USA
2	Reviews of Modern Physics	j	29,826	233	37	136	9,315	4,726	130	28,19	251,76	USA
3	Annual Review of Immunology	k	28,577	244	22	75	4,220	3,213	75	39,88	191,82	USA
4	Nature Reviews Molecular Cell Biology	j	24,294	302	175	535	8,882	7,254	218	34,07	50,75	GBR
5	Nature Reviews Genetics	j	23,991	246	240	421	8,009	8,240	228	34,12	33,37	GBR
6	Cell	j	23,588	585	659	1,653	30,034	40,255	1,517	25,02	45,58	USA
7	Quarterly Journal of Economics	j	22,541	171	30	128	1,620	1,029	127	6,72	54,00	GBR
8	Nature Reviews Immunology	j	22,472	267	195	544	8,279	7,589	206	35,10	42,46	GBR
9	Nature Reviews Cancer	j	21,831	297	192	549	9,722	8,277	216	36,29	50,64	GBR
10	Annual Review of Astronomy and Astrophysics	k	21,109	132	14	41	4,231	1,207	39	33,42	302,21	USA
11	Annual Review of Biochemistry	j	19,789	237	31	102	5,207	2,674	102	29,27	167,97	USA
12	Nature Genetics	j	19,545	446	313	878	9,064	19,373	735	24,95	28,96	GBR
13	Nature	j	17,313	890	2,618	7,826	38,932	106,774	4,063	26,43	14,87	GBR
14	Journal of Finance	j	17,138	199	74	193	3,508	1,384	190	5,82	47,41	USA
15	Nature Reviews Neuroscience	j	17,100	283	206	649	9,325	5,978	199	28,34	45,27	GBR
16	Annual Review of Cell and Developmental Biology	k	16,567	171	1	82	315	1,715	80	16,08	315,00	USA
17	Nature Materials	j	16,517	280	250	733	6,379	16,833	554	28,26	25,52	GBR
18	Chemical Reviews	j	16,316	480	276	614	109,116	27,503	591	46,43	395,35	USA
19	Econometrica	j	16,297	127	62	196	2,713	944	187	4,20	43,76	USA
20	Annual Review of Neuroscience	k	15,637	189	25	75	3,210	1,701	74	19,08	128,40	USA
21	Physiological Reviews	j	15,358	261	35	110	11,490	3,503	108	27,64	328,29	USA
22	Nature Nanotechnology	j	15,213	175	256	617	6,402	13,177	488	24,88	25,01	GBR
23	Annual Review of Genetics	k	13,845	144	25	78	3,843	1,443	78	15,21	153,72	USA
24	Nature Biotechnology	j	13,748	311	308	1,058	5,534	11,703	521	22,10	17,97	GBR
25	Nature Immunology	j	13,722	285	208	652	7,445	9,212	522	15,30	35,79	GBR
26	Nature Physics	j	13,664	157	243	767	4,665	8,093	534	14,78	19,20	GBR
27	Journal of Political Economy	j	13,477	128	33	96	1,471	429	92	3,38	44,58	USA

SJR is developed by:

Scimago Lab

Powered by Scopus

How to cite this website?

Figura 8: SCImago Journal & Country Rank (<http://www.scimagojr.com/>).

Evaluaciones de agregados u obras completas

La evaluación de la obra de un autor no suele variar mucho de la evaluación de la obra de una institución, departamento o país.

Un problema que no tiene la evaluación de revistas es la determinación del conjunto de trabajos a evaluar. En este caso surgen dos problemas; en primer lugar la normalización, tanto de nombres de autores como incluso de nombres de instituciones; y en segundo lugar, escoger el método o métodos de recuento apropiados.

Tradicionalmente los indicadores han medido, bien la cantidad o bien la calidad a través del impacto de citación. Y luego se pueden medir otros aspectos que pueden ser un poco descriptivos, como son la especialización o los porcentajes de colaboración.

El indicador de cantidad por excelencia es el número de trabajos, aunque hay otros como pueden ser el número de trabajos liderados, el número de trabajos entre el 10% más citado de cada campo científico, entre el 1% más citado, etc. Estos últimos se pueden relativizar, como el porcentaje de trabajos entre los más citados, pasando a ser entonces indicadores independientes del tamaño, y por tanto, de calidad.

El indicador de calidad por excelencia es la citación normalizada, el cociente entre la citación recibida por un trabajo y el promedio del campo científico, tipo documental y año. De modo que una citación normalizada de 1 significa que el trabajo está en la media; de 1,20 que tiene una citación un 20% superior a la media; y de 0,7 que tiene una citación un 30% inferior a la media. Y para una obra completa, se halla el promedio (indicador de calidad puro) o la suma para tener una producción ponderada.

Lo ideal sería que los promedios se hicieran con respecto a los recursos, pero esto, pese al Manual de Frascati (Organisation for Economic Cooperation and Development, 1993), resulta difícil. Se puede saber las personas que trabajan en una Universidad, pero es complicado conocer su carga docente así como, los recursos que se dedican a investigación.

Esto conlleva a un dilema; por un lado, si queremos comparar nuestra Universidad con otra de mayor tamaño, utilizando los indicadores de tamaño siempre va a haber diferencia; y por otro, si utilizamos indicadores de calidad, que son promedios o porcentajes, resultará perjudicial la publicación de trabajos de baja citación, puesto que disminuyen el promedio o el porcentaje. A ello se suma la falta de acuerdo sobre si es preferible incrementar la producción o la calidad.

Recientemente ha captado la atención, sobre todo en la evaluación de científicos, el índice H (Hirsch, 2005) porque aúna la cantidad con la calidad. Un científico tiene un índice h , si sus h trabajos (aportaciones científicas) más citados tienen al menos h citas cada uno, y ningún otro de sus trabajos tiene más de h citas.

El índice H crece a medida que se acumulan las citas y, por tanto, depende de la "edad académica".

El índice H también se ha aplicado a grupos de investigación, departamentos, universidades o países, así como a revistas académicas.

Entre sus principales críticas destacan:

- Está limitado por el número de trabajos. Si un autor ha publicado pocos trabajos, aunque sean muy buenos tendrá un h bajo.
- No tiene en cuenta ni el total de citación obtenida por los trabajos más citados, ni la citación obtenida por los trabajos menos citados (aunque estos últimos tienden a depreciarse más en la evaluación científica).

- No hace diferenciación ni por tipos documentales ni por campos científicos, mientras que el tráfico de citas varía de unos tipos a otros y de unos campos a otros.
- Al ser un número natural tiene muy poca capacidad de discriminación, sobre todo en los valores bajos.
- Como es acumulativo, es muy dependiente de la “*edad académica*”.

Se han propuesto un gran número de variantes o extensiones, de las cuales la más cono-

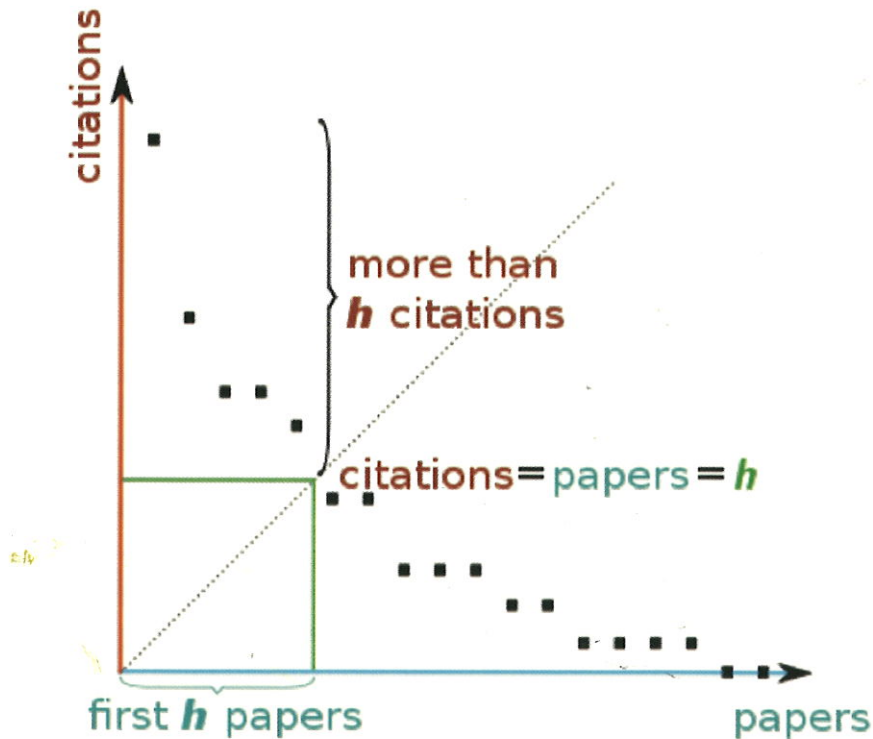


Figura 9: Representación de los trabajos con sus citas, junto con el índice h .
Fuente: Wikipedia.

cida es el índice G (Egghe, 2006). Se calcula de forma similar, pero asociando a cada trabajo no su número de citas, sino el promedio de citas junto con todos los más citados que el propio trabajo. O lo que es lo mismo, un autor tiene un índice g si tiene g trabajos que acumulan más de g^2 citas (y lógicamente no tiene $g+1$ trabajos que acumulen $(g+1)^2$ citas).

A diferencia del índice H , el índice G tiene en cuenta las citas acumuladas por los trabajos muy citados para compensar los siguientes y ampliar el índice.

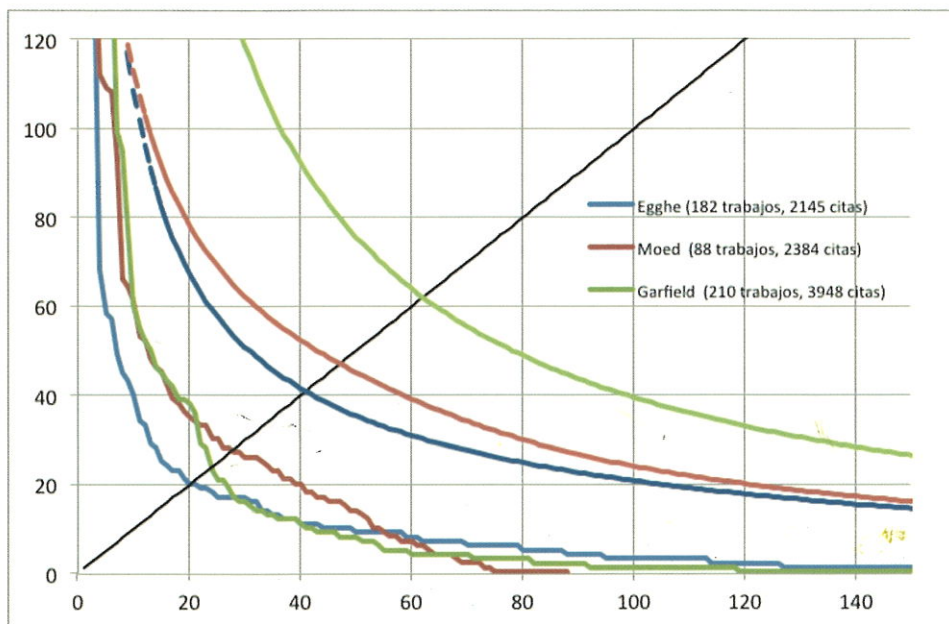


Figura 10: Gráfico de citas de los trabajos en orden descendente de tres reputados científicos de la Cienciometría. En línea discontinua se ha representado el promedio de citas hasta el trabajo correspondiente (datos recuperados de Scopus, Septiembre de 2013).

Rankings de Universidades

Algo que también se ha hecho bastante popular últimamente son los rankings de universidades. Lo cierto es que hace mucho que existen, sobre todo en el ámbito anglosajón, y se han elaborado siempre con la idea de ayudar a los futuros alumnos a elegir universidades. Sin embargo, ha sido con la aparición del Ranking de Shanghai cuando se ha revolucionado el panorama al incluir entre sus criterios, la actividad investigadora y publicaciones.

Tienen bastante difusión el publicado en el suplemento educativo de la revista *The Times* o el ranking Web de Universidades elaborado en el CSIC. Este último centrado en el volumen y visibilidad de lo publicado en la Web.









Y también hay rankings de investigación, como el Ranking de Leiden, que ofrece indicadores de rendimiento científico de las 750 universidades más importantes del mundo. Como ellos indican, no se basan en encuestas subjetivas de reputación, ni en datos suministrados por las propias universidades.

Otro ranking de investigación es el elaborado por el grupo SCImago, con más de 5000 instituciones de todo el mundo, no limitándose al sector de universidades. En este caso, más que un ranking es un generador de rankings.

Universidad de Extremadura

Country: Spain (Western Europe)

Sector: Higher Education

	SIR 2009 2003-2007	SIR 2010 2004-2008	SIR 2011 2005-2009	SIR 2012 2006-2010	SIR 2013 2007-2011	SIR 2014 2008-2012	SIR 2015 2009-2013	2003-2013
World Rank (Sector/Global)	774 / 1016	786 / 1024	792 / 1023	813 / 1019	812 / 1015	798 / 996	802 / 986	808 / 1030
Region Rank (Sector/Global)	276 / 373	274 / 367	278 / 367	282 / 362	277 / 353	277 / 351	271 / 338	277 / 356
Country Rank (Sector/Global)	28 / 32	28 / 31	28 / 32	30 / 34	30 / 35	30 / 35	30 / 35	30 / 35
Output	2456	2743	3002	3248	3534	3852	4137	
% International Collaboration	28.05	29.13	30.15	31.5	32.09	32.32	31.35	
% Q1	52.97	51.22	50.3	48.98	48.59	47.95	48.01	
Normalized Impact	1.02	1.06	1.04	1.02	1.06	1.04	1.02	
Specialization Index	0.38	0.42	0.46	0.48	0.49	0.52	0.49	
% Excellence	11.64	11.84	12.17	12.03	12.67	12.79	12.12	
% Leadership	72.92	72.37	70.72	69.03	68.42	67.68	67.42	
% Excellence with Leadership	7.8	7.93	8.04	7.69	7.77	7.39	6.99	

The ranks values of this report generated using also subordinates institutions.

SCImago Research Group, Copyright 2015. Data Source: Scopus®
<http://www.scimagoir.com> :: <http://www.scimagoir.com>

Figura 11: Resultados de la Universidad de Extremadura contabilizados por el SCImago Institutions Ranking (<http://www.scimagoir.com/>).

Algunas recomendaciones finales

Las misiones que tiene cada universidad son diferentes. Los rankings pueden ser ilustrativos para situarnos en el contexto. Pero una institución, país o región, no se puede obsesionar con los rankings, a menos que su única misión sea el posicionamiento en los mismos.

Pese, a los esfuerzos que se hacen por conseguir indicadores cuantitativos normalizados, siempre hay que ver los resultados de manera comparada, con autores, instituciones o regiones de características parecidas. Cualquiera se podría conformar viendo el crecimiento de la producción científica, pero la cuestión es si crecemos más o menos de lo que podríamos crecer.

Hay que tener en cuenta también, que no solo es el tamaño lo que importa, sino que también importa el impacto, y ahí por ejemplo, sí que podemos ganar a instituciones de mayor tamaño.

No debemos caer en la utilización de los indicadores de impacto de las revistas como indicadores de los trabajos publicados, a menos que la publicación sea muy reciente y no haya datos fiables de citación.

El objetivo de los indicadores de impacto de las revistas, es darnos información de su visibilidad e interés. Esto es importante a la hora de la suscripción o a la hora de elegir revista donde enviar nuestro trabajo. Un trabajo publicado en una revista de gran impacto tendrá una mayor visibilidad, y a mayor visibilidad mayor posibilidad de ser citado. Y lo mismo ocurre con el idioma en que se publica.

La Cienciometría está modificando la realidad, a un ritmo que se está incrementando en los últimos tiempos. Los hábitos de citación y publicación han cambiado por la presencia de estos indicadores. En gran medida esto cambió primero en las Ciencias, ahora está cambiando en las Ciencias Sociales y parece lógico que también comience a cambiar en las Humanidades. En ese sentido entendemos que siempre será preferible ir a la cabeza del cambio, en lugar de verse arrastrado por él.

Referencias

Adriaanse, L., y Rensleigh, C. (2013). Web of Science, Scopus and Google Scholar. *The Electronic Library*, 31(6), 727-744.

Alonso- Arroyo et al. (2005). Estudio cuantitativo de la colaboración científica en la Universidad Politécnica de Valencia (España). *Information Research*, 11(1).

Althouse, B. M., West, J. D., Bergstrom, C. T., y Bergstrom, T. (2009). Differences in impact factor across fields and over time. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(1), 27-34.

Bandyopadhyay (2001). Authorship pattern in different disciplines. *Annals of Library and Information Studies*, 48(4), 139-147.

Bergstrom, C. T. (2007). Eigenfactor: Measuring the value and prestige of scholarly journals. *College and Research Libraries News*, 68(5), 314-316.

Bornmann, L. (2011). Scientific peer review. *Annual Review of Information Science and Technology*, 45(1), 197-245.

Bornmann, L. (2014). Do altmetrics point to the broader impact of research? An overview of benefits and disadvantages of altmetrics. *Journal of Informetrics*, 8, 895-903.

Bornmann, L., y Daniel, H. D. (2008). What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior. *Journal of Documentation*, 64(1), 45-80.

Braun, T. (2012). Editorial. *Scientometrics*, 92(2), 207-208.

Braun, T., Glänzel, W., y Schubert, A. (2000). How balanced is the Science Citation Index's journal coverage? A preliminary overview of macrolevel statistical data. *Asist monograph series*, 251-277.

Bridgstock M. (1991). The quality of single and multiple authored papers- an unresolved problem. *Scientometrics*, 21, 37-48.

Brooks, T. A. (1985). Private acts and public objects: An investigation of citer motivations. *Journal of the American Society for Information Science*, 36(4), 223-229.

Callon, M., Penan, H., y Courtial, J. P. (1995). *Cienciometría: la medición de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Trea.

Botín: "España necesita ya más inversión en I+D+i". (16 de mayo de 2014). Cinco Días. Recuperado el 18 de julio de 2015 de http://cincodias.com/cincodias/2014/05/16/sentidos/1400270243_411177.html.

Declaration on Research Assessment. (2013). Recuperado el 18 de julio de 2015 de: <http://am.ascb.org/dora/>.

Egghe, L. (2006). Theory and practise of the g-index. *Scientometrics*, 69(1), 131-152.

Elkana, Y., Lederberg, J., Merton, R., Thackray, A., y Zuckerman, H. (Eds.). (1978). *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*. New York: Wiley.

García-Pérez, M. A. (2010). Accuracy and completeness of publication and citation records in the Web of Science, PsycINFO, and Google Scholar: A case study for the computation of h indices in Psychology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(10), 2070-2085.

Garfield, E. (1955). Citation indexes for science: A new dimension in documentation through association of ideas. *Science*, 122(3159), 108-111.

Garfield, E. (1972). Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*, 178, 471-479.

Garfield, E., y Sher, I. H. (1963). New factors in the evaluation of scientific literature through citation indexing. *American Documentation*, 14(3), 195-201.

Glänzel, W., Schlemmer, B., Schubert, A., y Thijs, B. (2006). Proceedings literature as additional data source for bibliometric analysis. *Scientometrics*, 68(3), 457-473.

Goldfinch et al. (2003). Science from the periphery: Collaboration network and «Periphery effects» in the citation of New Zeland Crown Research Institutes articles, 1992-2000. *Scientometrics*, 57, 321-337.

González-Pereira, B., Guerrero-Bote, V. P., y Moya-Anegón, F. (2010). A new approach to the metric of journals' scientific prestige: The SJR indicator. *Journal of Informetrics*, 4(3), 379-391.

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

Guerrero-Bote, V.P.; Moya-Anegón, F. (2014). Relationship between Downloads and Citations at Journal and Paper Levels, and the Influence of Language. *Scientometrics*, 101, 1043 - 1065.

Harzing, A.-W., y van der Wal, R. (2008). Google Scholar as a new source for citation analysis. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 8, 61-73.

Hicks, D. (1999). The difficulty of achieving full coverage of international social science literature and the bibliometric consequences. *Scientometrics*, 44(2), 193-215.

Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., de Rijcke, S. y Rafols, I. (2015). Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, 520, 429-431.

Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46), 16569-16572.

Irvine, J., Martin, B., Peacock, T., y Turner, R. (1985). Charting the decline of British science. *Nature*, 316, 587-590.

Jacso, P. (2008). Savvy searching: Google Scholar revisited. *Online Information Review*, 32(1), 102-114.

Katz, J.S. y Hicks, D. (1997) How much is a collaboration worth? A calibrated bibliometric model. *Scientometrics*, 40(3), 541-554

Klein J. T. (1996). Interdisciplinary needs: the current context. *Library Trends*, 45, 134-54.

Konkiel, S., y Scherer, D. (2013). New opportunities for repositories in the age of alt-metrics. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, 39(4), 22-26.

Lancho-Barrantes, B. S., Guerrero-Bote, V. P., y Moya-Anegón, F. (2010a). What lies behind the averages and significance of citation indicators in different disciplines?. *Journal of Information Science*, 36(3), 371-382.

Lancho-Barrantes, B., Guerrero-Bote, V., y Moya-Anegón, F. (2010b). The iceberg hypothesis revisited. *Scientometrics*, 85(2), 443-461.

Larivière, V., Archambault, É., Gingras, Y., y Vignola Gagné, É. (2006). The place of serials in referencing practices: Comparing natural sciences and engineering with social sciences and humanities. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(8), 997-1004.

Leimu, R. y Koricheva, J. (2005). Does scientific collaboration increase the impact of ecological articles? *Bio Science*, 55, 438-443

Lin, J., y Fenner, M. (2013). Altmetrics in evolution: defining and redefining the ontology of article-level metrics. *Information Standards Quarterly*, 25(2), 20.

Lisée, C., Larivière, V., y Archambault, É. (2008). Conference proceedings as a source of scientific information: A bibliometric analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(11), 1776-1784.

Merton, R. K. (1968). The Matthew effect in science. *Science*, 159(3810), 56-63.

Merton, R. K. (1988). The Matthew effect in science II: Cumulative advantage and the symbolism of intellectual property. *ISIS*, 79, 606-623.

Merton, R. K. (1957). Priorities in scientific discovery: a chapter in the sociology of science. *American sociological review*, 635-659.

Mingers, J., y Leydesdorff, L. (2015). A Review of theory and practice in Scientometrics. *European Journal of Operational Research* (in-press).

Moed, H. F. (2005). *Citation analysis in research evaluation*. Springer.

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

Moed, H., De Bruin, R., Nederhof, A., y Tijssen, R. (1991). International scientific cooperation and awareness within the European Community: Problems and perspectives. *Scientometrics*, 21(3), 291-311.

Moed, H., Visser, M., y Buter, R. (2008). Development of bibliometric indicators of research quality. *Centre for Science and Technology Studies, Leiden University: Leiden*.

Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F., González-Molina, A., y Herrero-Solana, V. (2007). Coverage analysis of Scopus: A journal metric approach. *Scientometrics*, 73(1), 53-78.

Moya-Anegón, F., Guerrero-Bote, V. P., Bornmann, L., y Moed, H. F. (2013). The re-

search guarantors of scientific papers and the output counting: A promising new approach. *Scientometrics*, 97(2), 421–434.

Nalimov, V., y Mulcjenko, B. (1971). *Measurement of Science: Study of the Development of Science as an Information Process*. Washington DC: Foreign Technology Division.

Narin, F; Stevens, K. and Whitlow, E. S. (1991). Scientific Cooperation in Europe and the Citation of Multidomesticly Authored Papers. *Scientometrics*, 21(3), 313-323

Nederhof, A. J. (2006). Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities: A review. *Scientometrics*, 66(1), 81-100.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (1994). *The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development: Frascati Manual 1993*. OECD.

Price, D. J. d. S. (1963). *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press.

Price, D. J. d. S. (1965). Networks of scientific papers. *Science*, 149(3683), 510-515.

Price, D. J. d. S. (1976). A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes. *Journal of the American Society for Information Science*, 27, 292-306.

Priem, J. (2014). Altmetrics. In B. Cronin y C. Sugimoto (Eds.), *Beyond Bibliometrics: Harnessing Multidimensional Indicators of Scholarly Impact* (pp. 263-288). London: MIT Press.

Roemer, R. C., y Borchardt, R. (2012). From bibliometrics to altmetrics A changing scholarly landscape. *College & Research Libraries News*, 73(10), 596-600.

Salkind, N. J., y Rainwater, T. (2003). *Exploring research*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Sooryamoorthy, R (2009). Do types of collaboration change citation? Collaboration and citation patterns of South African science publications. *Scientometrics*, 81(1), 177-193

Stack, S. (2002). Gender and scholarly productivity: the case of criminal justice. *Journal of Criminal Justice*, 30(3), 175-182.

van Leeuwen, T. (2006). The application of bibliometric analyses in the evaluation of social science research. Who benefits from it, and why it is still feasible. *Scientometrics*, 66(1), 133-154.

Vanclay, J. K. (2012). Impact factor: Outdated artefact or stepping-stone to journal certification? *Scientometrics*, 92(2), 211-238.

Waltman, L., y Van Eck, N. J. (2015). Field-normalized citation impact indicators and the choice of an appropriate counting method. arXiv:1501.04431.

Waltman, L., Van Eck, N. J., Van Leeuwen, T. N., y Visser, M. S. (2013). Some modifications to the SNIP journal impact indicator. *Journal of informetrics*, 7(2), 272-285.

Wouters, P. (1999). *The citation culture*. Unpublished Ph.D. thesis, University of Amsterdam, Amsterdam.

Wouters, P. (2014). The citation: From culture to infrastructure. In B. Cronin y C. Sugimoto (Eds.), *Beyond Bibliometrics: Harnessing Multidimensional Indicators of Scholarly Impact* (pp. 47-66). London: MIT Press.

Zitt, M., y Small, H. (2008). Modifying the journal impact factor by fractional citation weighting: The audience factor. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(11), 1856-1860.

