



Investigación en
Educación Médica

www.elsevier.com.mx



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Cienciometría para ciencias médicas: definiciones, aplicaciones y perspectivas

Layla Michán, Israel Muñoz-Velasco.

Laboratorio de Cienciometría, Información e Informática Biológica (CIIB), Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México.

Recepción 3 de diciembre de 2012; aceptación 23 de enero de 2013

PALABRAS CLAVE

Colecciones bibliográficas; indicadores bibliométricos; bioinformación; bioinformática; PubMed; México.

Resumen

La cienciometría o bibliometría consiste en el análisis cuantitativo de la producción científica (en especial los artículos científicos), para investigar el desarrollo, estructura, dinámica, tendencias y relaciones de la práctica científica. Su desarrollo es uno de los efectos de la revolución digital en la ciencia, su uso en la medicina ha aumentado y las aplicaciones bibliométricas en el área médica pueden clasificarse en cinco categorías: recuperación de literatura, obtención de nuevo conocimiento, revisiones bibliográficas, análisis de las ciencias médicas, evaluación, gestión y política para medicina, se dan ejemplos de cada una. Los millones de datos médicos que se generan a partir de la literatura, los miles de colecciones bibliográficas que existen y los cientos de aplicaciones que hay en la actualidad para procesar y analizar la literatura, indican la importancia de preparar especialistas en México de alto nivel, capaces de dominar el procesamiento de literatura electrónica por métodos de innovadores y de vanguardia como la cienciometría. El primer paso para lograr este objetivo consistirá en enseñar a los médicos en formación las características, ventajas y perspectivas de este método.

KEYWORDS

Bibliographic collections; bibliometric indices; bioinformation; bioinformatics; PubMed; Mexico.

Scientometrics for the medical sciences: Definitions, applications and perspectives

Abstract

Scientometrics or bibliometrics is the quantitative analysis of scientific production (especially papers) to investigate the development, structure, dynamics, trends and relationships of scientific practice. Their development is one of the effects of the digital revolution in science, their use in medicine has increased and the bibliometric applications in the medical

Correspondencia: Layla Michán Aguirre. Laboratorio de Cienciometría, Información e Informática Biológica (CIIB), Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
Correo electrónico: laylamichan@ciencias.unam.mx

field can be classified into five categories: recovery literature, obtaining new knowledge, literature reviews, medical science analysis, evaluation, management and medical policy, we give some examples. The millions of medical data that are generated from the literature, the thousands of library collections in the world and the hundreds of applications available today to process and analyze literature, indicate the importance of preparing medical specialists in Mexico that dominate the processing of electronic literature by innovative methods and cutting edge like scientometrics. The first step towards this goal will be to teach doctors in training features, advantages and perspectives of this method.

Introducción

Una de las principales repercusiones de la revolución informática en la ciencia estuvo caracterizada por la explosión de la información científica, la producción acelerada de una gran variedad de programas, aplicaciones, herramientas, utilidades recursos y servicios electrónicos para la investigación científica disponibles a través de la Web de forma libre o restringida, las ventajas del formato electrónico y la sistematización de información en las bases de datos fueron elementos que repercutieron en la formación de disciplinas producto de la colaboración entre la informática y las ciencias de la computación con las subdisciplinas científicas que permitieron la implementación de métodos y técnicas innovadoras para la obtención de teorías y métodos nuevos. Una de estos casos lo constituye un área de investigación con objetivos y métodos similares¹ denominada estudios métricos de la información científica (*infometrics, imetrics o information metrics*), definida como el estudio de los aspectos cuantitativos de la información que aplica métodos matemáticos para recuperar, sistematizar, analizar, visualizar, evaluar, obtener tendencias y patrones de grandes cantidades de información.²⁻⁴ En esta área de las se identifican cuatro especialidades: a) la cienciometría, el estudio de todos los aspectos cuantitativos de la literatura científica y tecnológica que funciona como herramienta para el desarrollo de políticas científicas de países y organizaciones,⁵⁻⁸ b) la bibliometría, el método para analizar de manera cuantitativa la literatura científica,⁹⁻¹¹ c) la cibernetría (*webometría*), el uso de métodos infométricos y cuantitativos de la *World Wide Web*^{2,4,12-16} y d) la altmetría, la creación y estudio de nuevas mediciones basadas en el análisis del uso de la bibliografía en las redes sociales¹⁷ a partir de *tweets*, discusiones de blogs, notas, redes de investigadores, entre otras.¹⁸ Así, cada una de estas disciplinas se encarga de estudiar los aspectos cuantitativos de la información, la ciencia, los documentos, las páginas electrónicas y la socialización de las referencias respectivamente. Las principales revistas en las que se publican este tipo de estudios son: *Scientometrics*, *Journal of the American Society for Information Science (JASIS)*, *Infometrics* y la *Revista Española de Documentación Científica*.

El primer artículo conocido que cuantificó literatura científica lo realizaron Cole y Eales en 1917,¹⁹ quienes contaron las publicaciones de anatomía por países aparecidas entre 1543 y 1860. Años después Lotka en 1926, Bradford en 1948 y Zipf en 1949²⁰⁻²² propusieron modelos de producción de los autores científicos, la dispersión de las publicaciones y la dispersión de las palabras clave

respectivamente, ellos demostraron que la literatura científica tiene la propiedad de mostrar un comportamiento estadístico regular, lo que permitió el desarrollo de los distintos indicadores cienciométricos o bibliométricos a partir de la literatura científica y técnica.²³

El precursor de estos métodos fue Derek de Solla Price,⁹ otro personaje decisivo para este tipo de estudios fue Eugene Garfield quien constituyó el *Citation Index of Science* en 1955,²⁴ este fue el primer índice de citas que tenía como propósito seguir la trayectoria de un tema específico de investigación a través de las citas, actualmente este enfoque ha sido desarrollado de manera importante por Eugene Garfield,^{8,24-30} Francis Narin³¹⁻³⁵ y más recientemente por Loet Leydesdorff.^{1,36-42}

Aunque se reconoce que la cienciometría y bibliometría se refieren a objetos de estudios diferentes, convergen en el meta-análisis de grandes cantidades de bibliografía para identificar patrones, relaciones, tendencias e indicadores a partir de la información científica, que han permitido identificar y caracterizar cada uno de los actores y procesos involucrados en la investigación como los investigadores, los grupos de investigación, las instituciones, los países y la producción científica, para determinar su estructura, relaciones y dinámica. Por lo cual, en este trabajo se considerarán sinónimos y se usarán indistintamente.

El objeto de la cienciometría y bibliometría son precisamente los artículos especializados contenidos en las publicaciones periódicas (revistas) científicas, estos constituyen el insumo y el producto primario de la práctica científica. La aparición de las revistas electrónicas han apresurado el proceso de investigación científica, la dinámica de publicación se ha vuelto eficiente, personalizada, actualizada masiva y abierta, se ha reducido la energía, el costo y el tiempo requeridos para el análisis de la información científica, se han desarrollado nuevas técnicas analíticas, tecnologías de acceso y modelos de organización para explotar las colecciones digitales de manera innovadora como la bibliometría, la minería de textos (*text mining*), el análisis de redes y la semántica. Se diseñan a diario nuevas herramientas para realizar búsquedas más eficientes y precisas, así como para hacer mejores meta-análisis y más extensos. No solo eso, se ha iniciado el uso de estándares, lenguajes y ontologías que permiten la interoperabilidad y la facilidad de compartir los datos y meta-datos digitales, lo que ha propiciado el aumento de la colaboración entre diferentes disciplinas (interdisciplinariedad) y ha permitido que los investigadores, estudiantes y educadores localizados en diversas áreas geográficas puedan comunicarse e interrelacionarse de manera más completa, eficiente e inmediata.

Así las revistas electrónicas se constituyen como las protagonistas del ciclo y flujo del conocimiento científico, debido a que reflejan la propia dinámica académica. Además conforman el objeto, producto y proceso por medio del cual se concreta la práctica científica por las siguientes razones: 1) La publicación de artículos que contienen nuevo conocimiento científico (teorías, métodos, conceptos, explicaciones, herramientas, observaciones) para su difusión, crítica, corroboración y discusión, 2) la colaboración entre los investigadores, 3) la institucionalización de la ciencia y 4) la evaluación por pares, por mencionar algunos.

Por todas estas razones la cienciometría se ha constituido como un conocimiento y práctica indispensables entre los científicos de la actualidad, en las ciencias médicas, representan una de las áreas en las que ha tenido mayor auge (ver adelante).

El material y el método de los estudios cienciométricos

La realización de un análisis cienciométrico puede dividirse en cinco etapas principales que son (Figura 1):

1. Recuperación. Consiste en la selección de las fuentes de información, esto es la colección bibliográfica digital (base de datos) que se utilizará, la búsqueda involucra el establecimiento de una consulta constituida por los términos, operadores y criterios adecuados para realizar la búsqueda (simple o avanzada) e implica seleccionar la literatura que constituirá el conjunto de estudio.

2. Migración. Comprende la extracción de meta-datos de los registros seleccionados, la transferencia de la información extraída y la carga de esta en una nueva base. En esta etapa los registros deben pasar por un proceso de curación para asegurarse que estén normalizados y depurados.
3. Análisis. Consiste en el procesamiento cuantitativo de la literatura. En esta etapa comúnmente se aplica uno o varios de los siguientes procedimientos: la obtención de indicadores bibliométricos, el uso de métodos estadísticos, el análisis de redes sociales, la minería de textos (*text mining*) o la semántica.⁴³⁻⁴⁶
4. Visualización. Se refiere a la obtención de figuras, gráficos, esquemas y mapas que reflejen las tendencias y los resultados de los análisis aplicados de una manera sintética, atractiva, estética, integral y amigable. La visualización generalmente se concentra en aquello que se considera que tiene una mayor contribución más relevante, que conduce a una mayor comprensión del tema, o que simplemente sea muy utilizado en el área de estudio.⁴⁷⁻⁵⁰
5. Interpretación. Mediante la contextualización e interpretación de los resultados es posible establecer tendencias de investigación, interacciones químicas o biológicas, relaciones farmacológicas, genético-patológicas, sociales e incluso establecer explicaciones históricas, representar influencias y comparaciones teóricas, metodológicas y/o sociales respecto a un grupo de investigación,

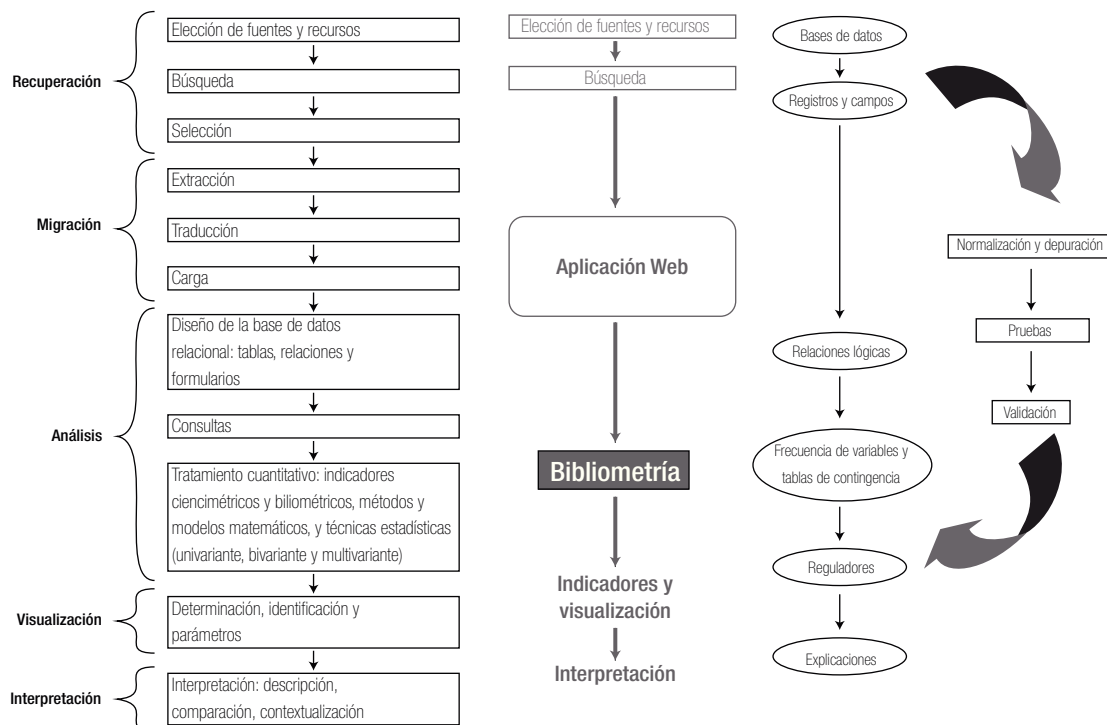


Figura 1. Metodología para la realización de un análisis cienciométrico.

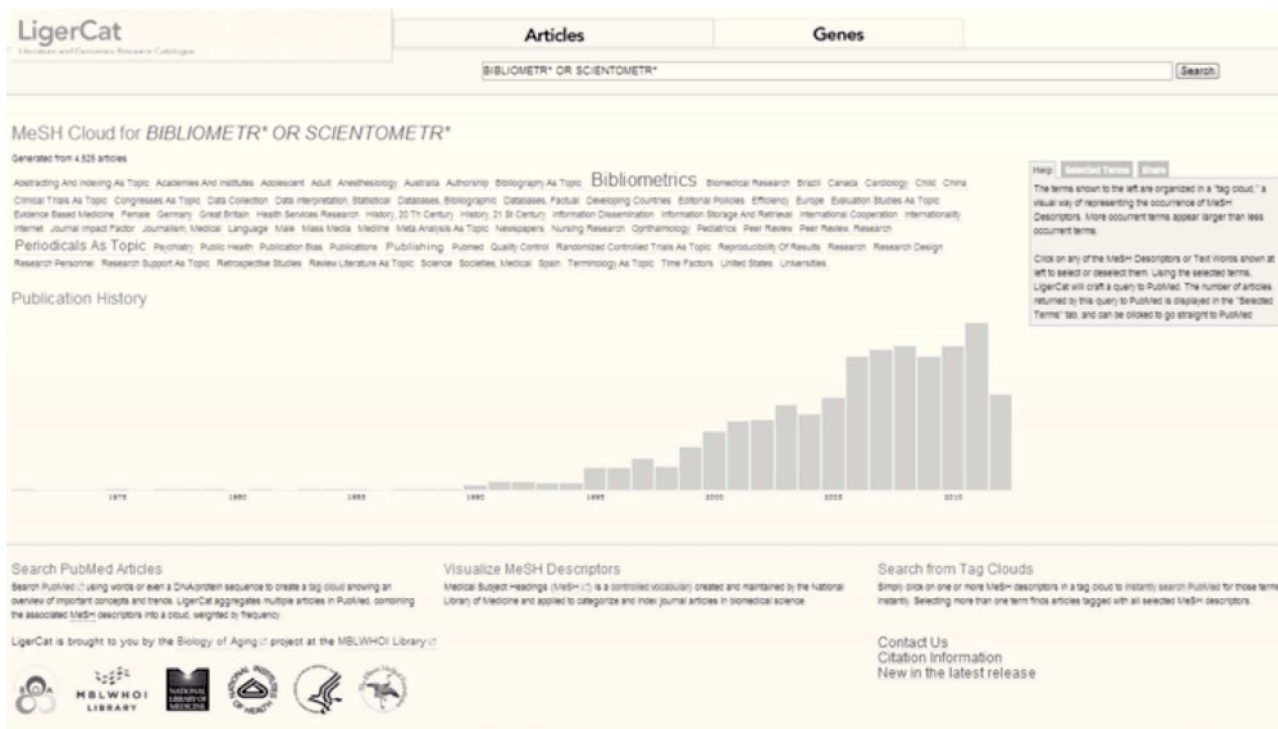


Figura 2. Tendencia de publicación en el tiempo de artículos sobre bibliometría y ciencia métrica, en la base de datos bibliográfica PubMed obtenido en la aplicación *LigerCat*. <http://ligercat.ubio.org/articles/3231217/bibliometr-or-scientometr>

institución, región, país, tema, disciplina o campo del conocimiento o modelo de estudio, por ejemplo.

El incremento de las aplicaciones de la ciencia métrica en ciencias médicas, puede monitorearse a partir de lo publicado en la colección bibliográfica más representativa para medicina PubMed del *National Institute of Health* (NIH), para esto se realiza la consulta “bibliometr* OR scientometr*” que arroja 4 525 registros al 28 de noviembre del 2012, el aumento de la tendencia de producción en el tiempo obtenido sobre este tema se puede ver en la **Figura 2**, donde se presenta la tendencia temporal de publicación y una nube con los términos *mesh* más frecuentes en un tamaño mayor.

Ejemplos de las aplicaciones de la ciencia métrica en las ciencias médicas

Al revisar con detalle las aplicaciones y propósitos de las publicaciones médicas con análisis ciencia métricos en PubMed, se pueden clasificar en cinco categorías principales (**Tabla 1**).

Perspectivas de la informática biomédica: análisis de literatura especializada

La revolución informática ha propiciado la práctica de la interdisciplinariedad y el origen de nuevas especialidades producto de la sinergia entre cómputo y las disciplinas tradicionales, tal es el caso de la aplicación de la

Tabla 1. Clasificación de las publicaciones médicas según sus cualidades ciencia métricas.

| Aplicación | Definición | Ejemplos |
|--|--|----------|
| Recuperación de información (literatura principalmente) médica | Los métodos y técnicas que facilitan la búsqueda y obtención de información de las bases de datos bibliográficas médicas | (51-55) |
| Obtención de nuevo conocimiento médico | Descubrimiento basado en un conjunto de documentos determinados utilizando minería de textos y semántica | (56-59) |
| Revisión bibliográfica y estados del arte sobre medicina | Integración y síntesis del conocimiento sobre un tema médico a partir del análisis exhaustivo de la literatura | (60-64) |
| Análisis de las ciencias médicas | Investigación de la historia y sociología de la ciencia para determinar el desarrollo, estructura, relaciones, tendencias y dinámica de la práctica médica | (65, 66) |
| Evaluación, gestión y política científica para medicina | Indicadores que permite establecer comparaciones y facilitan la toma de decisiones en cuanto a evaluación, rankings, planes de desarrollo, temas estratégicos y asignación de recursos | (67-70) |



Figura 3. Revisiones bibliográficas (reviews) sobre ciencias médicas que utilizan ciencia métrica contenidos en PubMed. Se utilizó para el análisis la aplicación PubMed PubReMiner. <http://hgserver2.amc.nl/cgi-bin/miner/miner2.cgi>

ciencia métrica a la medicina, que se encarga de procesos estratégicos para las ciencias de la salud como la recuperación de información electrónica, el análisis de la literatura digital, la curación de colecciones bibliográfica, la construcción de nuevo conocimiento basado en el uso de minería de textos y semántica para la evaluación, la gestión y la política en temas de salud (Figura 3).

Así la revolución digital ha impactado de tal manera que la práctica científica que se ha transformado profundamente, teórica, metodológica, social, política, económica y culturalmente; ahora es posible el entendimiento de la ciencia a gran escala con la obtención de mapas del conocimiento basado en decenas de millones de artículos, la aparición de revistas electrónicas de vanguardia que utilizan tecnología social y semántica, el acceso abierto a documentos en línea a través de la Web y la democratización de la información por el establecimiento de mandatos, incluso se han dado fenómenos impensables en otras épocas como la colaboración a distancia o la interoperabilidad entre distintos tipos de datos.

Sin lugar a dudas, las ciencias médicas mantienen el liderazgo en estos procesos, el desarrollo y la aplicación de enfoques y prácticas novedosas es una constante, de hecho es el área del conocimiento en la que hay desarrollos computacionales más sofisticados para el manejo, administración y procesamiento de la información, como lo demuestran los millones de datos médicos que se generan, los miles de colecciones que existen y los cientos de aplicaciones que hay para procesarlos a nivel mundial, esto evidentemente indica que es momento de preparar especialista en México de alto nivel capaces de dominar el procesamiento de literatura electrónica por métodos

de innovadores y de vanguardia, entre los que están la ciencia métrica. El primer paso para lograr este objetivo consistirá en enseñar a los médicos en formación las ventajas de este método.

Contribución de los autores

LMA, idea, estructura y escritura del texto. IMV, escritura del texto.

Agradecimientos

El apoyo del IIIC, A.C.

Financiamiento

CONACYT Ciencia Básica Proyecto 13276 y DGAPA PAPIME Proyecto PE212112.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Presentaciones previas

Ninguna.

Referencias

1. Consultado el 03 de febrero de 2013. <http://arxiv.org/abs/1208.4566>

2. Consultado el 03 de febrero de 2013. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aris.1440390110/abstract>
3. Consultado el 03 de febrero de 2013. <http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3ASCIE.0000006882.47115.c6?LI=true>
4. Wilson CS. *Informetrics*. Annual Review of Information Science and Technology 1999;34:107-247.
5. Van Raan A. *Scientometrics: State-of-the-art*. *Scientometrics* 1997;38(1):205-218.
6. Consultado el 03 de febrero de 2013. <http://www.springerlink.com/content/y5t2lbg5nn3hxa0y>
7. Consultado el 03 de febrero de 2013. http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol10_4_02/aci040402.htm
8. Garfield E. From the science of science to Scientometrics visualizing the history of science with HistCite software. *Journal of Informetrics* 2009;3(3):173-179.
9. De Solla Price D. *Big science, little science and beyond*. USA: Columbia University Press; 1963. p. 301.
10. White HD, McCain KW. *Bibliometrics*. Annual Review of Information Science and Technology 1989;24:119-186.
11. Bailón-Moreno R, Jurado-Alameda E, Ruiz-Baños R, et al. *Bibliometric laws: Empirical flaws of fit*. *Scientometrics* 2005;63(2):209-229.
12. Almind TC, Ingwersen P. Informetric analyses on the world wide web: methodological approaches to 'webometrics'. *Journal of Documentation* 1997;53(4):404-426.
13. Bar-Ilan J. Data collection methods on the Web for informetric purposes – A review and analysis. *Scientometrics* 2001;50(1):7-32.
14. Björneborn L, Ingwersen P. Perspectives of webometrics. *Scientometrics* 2001;50(1):65-82.
15. Björneborn L, Ingwersen P. Toward a basic framework for webometrics. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 2004;55(14):1216-1227.
16. Aguillo IF, Granadino B, Ortega JL, et al. Scientific research activity and communication measured with cybermetrics indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 2006;57(10):1296-1302.
17. Consultado el 03 de febrero de 2013. <http://altmetrics.org/manifiesto/>
18. Yeong CH, Abdullah BJJ. *Altmetrics: the right step forward*. *Biomedical Imaging and Intervention Journal* 2012;8(3): 1-2.
19. Cole FJ, Eales NB. *The history of comparative anatomy. Part I: A statistical analysis of the literature* [Internet]. *Science Progress*; 1917. p. 578-596.
20. Lotka AJ. *The frequency distribution of scientific productivity*. *J Wash Acad Sci* 1926;16(12):317-323.
21. Consultado el 03 de febrero de 2013. <http://www.worldcat.org/title/documentation/oclc/640666013>
22. Zipf GK. *Human Behaviour and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology*. Cambridge, MA: Addison-Wesley; 1949.
23. Gorbea Portal S. *El modelo matemático de Bradford: su aplicación a las revistas latinoamericanas de las ciencias bibliotecológica y de la información*. México: UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas; 1996. p.152.
24. Garfield E. *Citation indexes for science. A new dimension in documentation through association of ideas* Science. *Science* [Internet]. Oxford University Press 1955;122(3159):108-111.
25. Garfield E. *Citation statistics may help scientists choose journals in which to publish*. *Current Contents/Life Sciences* 1972;15(7):5-6.
26. Garfield E. *Citation indexing its theory and application in science, technology and humanities* (Information Science S.). USA: John Wiley & Sons Inc; 1973.
27. Garfield E. *What scientific journals can tell us about scientific journals*. *IEEE Transactions on Professional Communication PC* 1973;16(4):200-203.
28. Garfield E. *From citation indexes to info metrics: Is the tail now wagging the dog?* *Scientometrics* 1998;43(1):69-76.
29. Garfield E. *The evolution of the science citation index search engine to the web of science, scientometric evaluation and historiography*. Presentado en la Universidad de Barcelona; 2007.
30. Garfield E. *Current Contents: Its Impact on Scientific Communication*. *Interdisciplinary Science Reviews* [Internet]. Maney Publishing 1979;4(4):318-323.
31. Narin F. *Inventive productivity*. *Research Policy* 1995 Jul;24(4):507-519.
32. Narin F, Carpenter M, Bertl NC. *Interrelationships of scientific journals*. *J Am Soc Inf Sci* 1972;23(5):323-331.
33. Narin F, Hamilton KS, Olivastro D. *The increasing linkage between U.S. technology and public science*. *Research Policy* 1997;26(3):317-330.
34. Narin F, Olivastro D, Stevens KA. *Bibliometrics/theory, practice and problems*. *Eval Rev* 1994;18(1):65-76.
35. Narin F, Rozek RF. *Bibliometric analysis of US pharmaceutical industry research performance*. *Research Policy* 1988;17: 139.
36. Leydesdorff L. *Can networks of journal-journal citations be used as indicators of change in the social sciences?* *Journal of Documentation* 2003;59(1):84-104.
37. Leydesdorff L. *Visualization of the citation impact environments of scientific journals: An online mapping exercise*. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 2007;58(1):25-38.
38. Leydesdorff L, Wouters P. *Between texts and contexts: Advances in theories of citation? (A rejoinder)*. *Scientometrics* 1999;44(2):169-182.
39. Leydesdorff L, Wagner C. *International collaboration in science and the formation of a core group*. *Journal of Informetrics* 2008;2(4):317-325.
40. Leydesdorff L, Wagner CS. *Macro-level indicators of the relations between research funding and research output*. *Journal of Informetrics* 2009;3(4):353-362.
41. Consultado el 03 de febrero de 2013. <http://www.worldcat.org/isbn/1581126816>
42. Leydesdorff L, De Moya-Anegón F, Guerrero-Bote VP. *Journal maps on the basis of Scopus data: A comparison with the Journal Citation Reports of the ISI*. *J Am Soc Inf Sci* 2010;61(2):352-369.
43. Moed H, Burger W, Frankfort J, et al. *The application of bibliometric indicators: Important field- and time-dependent factors to be considered*. *Scientometrics* 1985;8(3):177-203.
44. Robu I, Robu V, Thirion B. *An introduction to the semantic web for health sciences librarians*. *Journal of the Medical Library Association* 2006;94(2):198-205.
45. Zhou F, Guo H-C, Ho Y-S, et al. *Scientometric analysis of geostatistics using multivariate methods*. *Scientometrics* [Internet]. Springer Netherlands 2007;73(3):265-279.
46. Harmston N, Filsell W, Stumpf M. *What the papers say: Text mining for genomics and systems biology*. *Human Genomics* 2010;5(1):17-29.
47. Börner K. *Visual analytics in support of education*. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '12*. New York, USA: ACM Press; 2012. p. 2.

48. Börner K. Atlas of Science: Visualizing What We Know. USA: The MIT Press; 2010.
49. Börner K, Chen C, Boyack KW. Visualizing knowledge domains. Annual Review of Information Science and Technology 2003;37(1):179-255.
50. Börner K, Klavans R, Patek M, et al. Design and update of a classification system: the UCSD map of science. PloS one 2012;7(7):e39464.