
Papel de la informetría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional*

César A. Macías-Chapula¹

Resumen

El objetivo de este trabajo es discutir el papel de la informetría y de la scienciometría desde la perspectiva nacional e internacional con el análisis de su aplicación en la práctica. En principio, se presentan las definiciones de bibliometría, scienciometría e informetría, para luego abordar el papel de la ciencia como proceso social, con el fin de identificar las limitaciones de los indicadores científicos. Asimismo se describen algunas dificultades que obstaculizan el desarrollo de los indicadores científicos.

Descriptores: BIBLIOMETRIA; CIENCIOMETRIA; INDICADORES; INFORMETRIA; PAISES EN DESARROLLO; TECNOLOGIA DE LA INFORMACION.

La publicación de los resultados de sus investigaciones es un compromiso que los científicos están obligados a cumplir.¹ Los nuevos conocimientos producidos por los investigadores se han de transformar en información accesible a la comunidad científica, de ahí que la investigación se realice en un contexto de intercambio. La publicación de los resultados de una investigación tiene 3 objetivos: divulgar los descubrimientos científicos, proteger la propiedad intelectual y lograr un reconocimiento.² Un trabajo científico es al mismo tiempo más o menos un concepto, un dato o una hipótesis. Si el trabajo es la expresión de una persona o de un grupo que trabaja en un frente de investigación, se puede decir algo sobre las relaciones entre las personas a partir de los propios trabajos.³

Actualmente, los indicadores de la actividad científica están en el centro del debate sobre la vinculación entre los avances de la ciencia y la tecnología y el progreso económico y social. Hoy día las revisiones de la política científica serían inconcebibles sin recurrir a los indicadores existentes. Durante mucho tiempo, la atención se concentró en la medición de insumos tales como los gastos y el personal de investigación y su desarrollo, pero el interés se ha ido desplazando cada vez más hacia los indicadores de los resultados.^{2,4} En todo lo referente a la ciencia, los indicadores bibliométricos y scienciométricos se han convertido en algo fundamental.

El objetivo de este trabajo es discutir el papel de la informetría y la scienciometría desde la perspectiva nacional e internacional y analizar su aplicación práctica. En principio, se presentan las definiciones de bibliometría, scienciometría e informetría, para luego abordar el papel de la ciencia como proceso social, con el fin de identificar las limitaciones de los indicadores científicos. También se abordan algunas limitaciones que dificultan el desarrollo de los indicadores científicos.

Algunas definiciones

Entre los científicos de la información de Europa Occidental y de los Estados Unidos, el término informetría se popularizó hace tan solo unos 10 años como campo general de estudio que comprende las antiguas esferas de la bibliometría y la scienciometría. *Tague-Sutcliff*⁵ hizo en 1992 las siguientes definiciones de estos conceptos: "La bibliometría es el estudio de los aspectos cuantitativos de la producción, disseminación y utilización de la información registrada. Desarrolla modelos y mediciones matemáticas para estos procesos y utiliza sus resultados para elaborar pronósticos y tomar decisiones". *Pritchard* la utilizó por primera vez en 1969.

* Trabajo presentado en el Seminario sobre Evaluación de la Producción Científica, realizado en São Paulo por el Proyecto SciELO del 4 al 6 de marzo de 1998.

¹ Consultor en Ciencias de la Información. Hospital General de México.

La cienciometría es el estudio de los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica. Forma parte de la sociología de la ciencia y se aplica en la elaboración de las políticas científicas; comprende estudios cuantitativos de las actividades científicas, incluidas las publicaciones y de esa forma se superpone a la bibliometría.

La informetría es el estudio de los aspectos cuantitativos de la información en cualquier forma, no sólo a partir de registros catalográficos o bibliografías, y abarca cualquier grupo social por lo que no se limita sólo al científico. Puede incorporar, utilizar y ampliar los diversos estudios de evaluación de la información que se encuentran fuera de los límites de la bibliometría y de la cienciometría.

En su tipología para la definición y clasificación en esas tres disciplinas, *McGrath* identificó su objeto de estudio, sus variables, sus métodos y sus objetivos (*McGrath W. What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion. En: International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics, 1989. Ontario: Second Conference... Ontario: The University of Western Ontario, 1989*). En la tabla 1 aparece un resumen de esta tipología.

El alcance de la informetría es práctico y teórico; prioriza en primer lugar el desarrollo de modelos matemáticos y, en segundo lugar la determinación de medidas para los fenómenos estudiados. Los modelos brindan una base práctica para la toma de decisiones y su valor radica en su capacidad de sintetizar con pocos parámetros las características de diversos conjuntos de datos: el formato general, la concentración, la dispersión y los cambios a través del tiempo (*Glanzel W, Schoepflin U. Little scientometrics, big*

scientometrics... and beyond? En: International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics, 1993. Berlin: Fourth International Conference... Berlin: [s.n.], 1993).

La cienciometría y la bibliometría se han concentrado en unas pocas y bien definidas áreas, a saber:⁵

- Aspectos estadísticos del lenguaje, la palabra, y la frecuencia de citación de las frases, tanto en los textos del lenguaje natural, como en los índices impresos o en formato electrónico.
- Características de las fuentes de publicaciones, sobre todo de la distribución de artículos sobre una disciplina dada en las revistas.
- Características de la relación autor-productividad, medida por el número de artículos o por otros medios, el grado de colaboración.
- Análisis de citas, distribución por autores, artículos, instituciones, revistas, países; utilización de las citas en la evaluación, representación de disciplinas basada en las cocitaciones.
- Uso de información registrada: circulación en bibliotecas y uso de libros y revistas en una misma institución: uso de bases de datos.
- Obsolescencia de la literatura medida según el uso y las citas.
- Crecimiento de la literatura especializada, bases de datos, bibliotecas; desarrollo simultáneo de nuevos conceptos.
- Definición y medición de la información.
- Tipos y características de los niveles de comportamiento de la recuperación.

Tabla 1. Tipología para la definición y clasificación de la bibliometría, la cienciometría y la informetría según *McGrath*

| Tipología | Bibliometría | Cienciometría | Informetría |
|-------------------|---|---|--|
| Objeto de estudio | Libros, documentos, revistas, artículos, autores y usuarios | Disciplinas, materias, campos, esferas | Palabras, documentos, bases de datos |
| Variables | Números en circulación, citas, frecuencia de aparición de palabras, longitud de las oraciones, etc. | Aspectos que diferencian a las disciplinas y a las subdisciplinas. Revistas, autores, trabajos, forma en que se comunican los científicos | Difiere de la cienciometría en los propósitos de las variables, por ejemplo, medir la recuperación, la relevancia, el recordatorio, etc. |
| Métodos | Clasificación, frecuencia, distribución | Análisis de conjunto y de correspondencia | Modelo rector-espacio, modelos booleanos de recuperación, modelos probabilísticos, lenguaje del procesamiento, enfoques basados en el conocimiento, tesauros |
| Objetivos | Asignar recursos, tiempo, dinero, etc. | Identificar esferas de interés; dónde se encuentran las materias; comprender cómo y con qué frecuencia se comunican los científicos | Aumentar la eficiencia de la recuperación |

Hoy día la bibliometría y la cienciometría se aplican en una gran variedad de campos como son la historia de las ciencias, las ciencias sociales, la documentación y la biblioteconomía, la política científica y la industria de la información. Recientemente, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se refirió a la bibliometría como una herramienta mediante la cual se puede observar el estado de ciencia y la tecnología a través de la producción global de la literatura científica en un nivel dado de especialización.² La bibliometría constituye un medio para situar la producción de un país con respecto al mundo, una institución en relación con su país y hasta los científicos en relación con sus propias comunidades. Estos indicadores científicos son igualmente apropiados para los macroanálisis (por ejemplo, de participación de un país determinado en la producción global de literatura científica durante un período específico) y los microanálisis por ejemplo, del papel de una institución dada en la elaboración de artículos en un campo de la ciencia altamente restringido. En combinación con otros indicadores, los estudios bibliométricos pueden ayudar a valorar el estado actual de la ciencia y apoyar la toma de decisiones y la dirección de la investigación.

Los productos de la ciencia no son objetos sino ideas, medios de comunicación y reacciones ante las ideas de otros. Si bien es posible seguir simultáneamente a los científicos y al dinero invertido en una investigación, es más difícil medir la ciencia como un cuerpo de ideas y hechos, o alcanzar a comprender su interrelación con el sistema económico y social.

La ciencia como sistema social

La ciencia es un proceso social. Las acciones y las conductas de los científicos dependen del contexto. Para comprender esto es preciso conocer los escenarios y las personalidades, ya sea en el examen del modo en que los científicos hacen ciencia, o de las formas en que comunican los resultados de su labor profesional.⁷

De hecho, es necesario considerar a la ciencia como un amplio sistema social, cuya primera función es divulgar conocimiento, la segunda es garantizar la preservación de ciertos patrones y la tercera es atribuir méritos y reconocimientos a quienes con su trabajo han contribuido al desarrollo de las ideas en diferentes campos.

El medio más común de otorgar méritos y reconocimientos en la ciencia es mediante las citas. El artículo de revistas con su correspondiente lista de citas es, y probablemente seguirá siendo, el medio más universalmente aceptado por el que una institución científica registra y divulga los resultados de sus investigaciones. Con el surgimiento de los índices de citas disponibles comercialmente en las últimas 3 décadas, la importancia de las citas ha adquirido una nueva dimensión en la vida de los científicos, en los departamentos de investigaciones, las universidades y en las naciones.

Según *Cronin*,⁷ la comercialización de las citas significa que quienes las generan (autores que publican), o hacen uso de ellas (otros científicos), los que la procesan y comercializan (industria de la información) y los que median en su distribución (bibliotecarios y científicos de la información) necesitan comprender cabalmente lo que acarrea y significa una cita.

Estudios anteriores, como los de *Cronin*⁷ y *Kaplan*,⁸ han analizado hasta qué punto las prácticas de citación de los autores se rigen por normas y en qué medida reciben la influencia de factores ajenos a la ciencia. Existen algunas conjeturas que parecen favorecer la idea de que muchos autores citan por un reflejo de la moda sin entrar a considerar las implicaciones de esa práctica. En otras palabras, puede que no esté claro en sus mentes el porqué citan de la forma en que lo hacen o cómo las citas se relacionan con la ideología de la ciencia. Así, la atención se ha concentrado no sólo en el motivo sino en el qué de las citas.

La cuestión más importante se refiere al grado en que las prácticas de citación son reflejos de los elementos de los sistemas normativos y de valores de la ciencia.⁹ Un análisis adecuado de la actividad social de la ciencia tiene que basarse en la comprensión de objetivos muy especiales del trabajo de un científico; mientras que el análisis del conocimiento científico adquirido ha de comprender el carácter de ese conocimiento como propiedad social y producto de un proceso histórico.¹⁰

Razones para citar

La indización de citas se basa en la premisa de que una cita bibliográfica es una expresión de la relación entre dos documentos, el que cita y el citado. Invariablemente existirá una brecha entre la razón por la cual el autor hizo la cita y el porqué se puede pensar que la hizo. Las razones por las cuales un autor cita de una forma particular pueden ser serias o frívolas. En 1971, *Weinstock* identificó 15 funciones específicas de las citas, todas clasificadas como serias. Ellas son:

1. Rendir homenaje a los precursores.
2. Dar crédito por trabajos afines.
3. Identificar metodologías, equipos, etc.
4. Brindar lectura básica.
5. Corregir el trabajo propio.
6. Corregir el trabajo de otros.
7. Analizar trabajos anteriores.
8. Sustentar declaraciones.
9. Informar a los científicos sobre trabajos futuros.
10. Destacar trabajos poco divulgados, mal indizados o no citados.
11. Validar datos y categorías de constantes físicas, de hechos, etc.
12. Identificar publicaciones originales donde se haya discutido un concepto o idea.

13. Identificar publicaciones originales que describen conceptos o términos epónimos como por ejemplo, la enfermedad de Hodgkin.
14. Responder a trabajos o a ideas de otros.
15. Debatir la primacía de otros.

Cualquier cita puede estar influenciada por una multitud de factores que afectan la citación, pero no todos tienen que ver con las convenciones reconocidas por las publicaciones académicas. Los factores sociales y psicológicos desempeñan una significativa función, al igual que la acción subconsciente de recordar y olvidar.¹¹ Existen también factores extrínsecos, como por ejemplo: los lectores o la percepción del autor acerca de las necesidades y expectativas de los lectores, el carácter o perfil de la revista en la que se publica un artículo, el alcance, el formato, la extensión de este, el conocimiento del autor del área en cuestión y su habilidad y disposición para utilizar las fuentes y los servicios de información apropiados.

May¹² desafió el punto de vista ortodoxo de que las citas brindan un cuadro exacto de los vínculos intelectuales entre las publicaciones. Él llegó a la conclusión de que los autores seleccionan las citas en función de sus objetivos científicos, políticos y personales y no para describir su linaje intelectual. Durante las últimas décadas se han dado diferentes clasificaciones, categorías y enfoques referidos a las citas, como por ejemplo, los de *Bonzi*,¹³ *Chubin y Moitra*,¹⁴ *Duncam*,¹⁵ *Frost*,¹⁶ *Lipetz*,¹⁷ *Moravcsik y Murugesan*,¹⁸ *O Connor*¹⁹ y *Oppenheim y Renn*,²⁰ entre otros.

Según *Cronin*,⁷ es necesario considerar la citación en relación con los hábitos, actitudes, experiencias y expectativas de 4 grupos no bien definidos (pero no mutuamente excluyentes) que son los siguientes: los controladores de calidad, los educadores, los consumidores y los productores. Estos juntos conforman, definen y ejemplifican mediante la práctica las normas de citación, por lo que se puede afirmar que estas existen.

Los controladores de calidad son aquellos que actúan como guardianes de la comunidad internacional, como por ejemplo, los editores de revistas, los árbitros y los miembros del consejo editorial. Es necesario realizar investigaciones sobre las actitudes y las prácticas de este grupo. El papel de educadores corresponde a los profesores universitarios y orientadores. Los comunicadores son las personas a las que se dirigen las citas, a saber los lectores y los miembros de la comunidad científica. Los productores son todos aquellos que participan activamente en el proceso de publicación.

De lo anterior se infiere que hay que pensar en las citas como en un proceso. Los resultados de este proceso son las listas de citas que acompañan a los trabajos científicos. El tipo y la composición de esas listas reflejan la personalidad y el medio profesional del autor. No existe una teoría única sobre la citación capaz de explicar por qué los autores citan de una forma determinada. La mayoría de los análisis de citas, han tenido un carácter más interno que externo. Se han

concentrado en los datos cuantitativos y en la distribución de la frecuencia, en lugar de tratar el contexto dentro del cual los autores emplean las citas. Los análisis de citas requieren este último tipo de investigación.

Perspectiva nacional e internacional

Los enfoques informétricos, bibliométricos y cienciométricos mediante los cuales la ciencia puede ser representada por los resultados obtenidos, se basan en la noción de que la esencia de las investigaciones científicas es la producción de conocimiento y que la literatura científica es un componente de ese conocimiento. La idea de examinar la literatura se remonta a los inicios del siglo XX. Sin embargo, no fue hasta 1963 con la creación del Science Citation Index (SCI), que se abrió el camino para todos los que buscaban medir la ciencia mediante métodos cuantitativos y objetivos.

Los gobiernos de todos los países han ido percibiendo gradualmente la necesidad de realizar un análisis crítico de sus políticas científicas y tecnológicas. Algunos han creído necesario la creación de unidades administrativas dentro de sus ministerios con actividades de investigación (educación, industria, salud). Otros han preferido adiestrar a especialistas y desarrollar indicadores en un contexto académico que impulse el intercambio de ideas. Este es justamente el interés de la Red Iberoamericana de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RIBYT).

La informetría y la ciencimetría se han orientado cada vez más hacia la política científica. En el transcurso de medio siglo, estas disciplinas se han ganado un lugar como instrumentos de medición de la ciencia, tanto en los países occidentales industrializados y de Europa del Este, como en los países en desarrollo como la India, Holanda y el Reino Unido que fueron los primeros en publicar estudios reguladores sobre la ciencia con la utilización de indicadores informétricos y cienciométricos. Los grupos de investigaciones de estos países, fueron los pioneros en la construcción teórica y la aplicación práctica de esos campos.²¹⁻²⁴

En los círculos científicos y políticos de muchos países, ha sido difícil lograr la aceptación de la informetría y la ciencimetría como medidores de la ciencia. Algunos científicos se resisten a la idea de que su actividad investigativa se evalúe con un sistema cuantitativo. No resulta fácil dar un salto en la medición al nivel de un país o de una disciplina científica, sin haber evaluado la labor individual de los investigadores,^{25,26} quienes consideran que la evaluación por árbitros es la única forma en que deben ser examinados. El análisis de los datos informétricos y cienciométricos brinda información sobre la orientación y el dinamismo científico de un país y sobre su participación en la ciencia y la tecnología a nivel mundial. El análisis en colaboración posibilita identificar y representar las redes científicas y destacar los

nexos entre países, instituciones e investigadores además de que permite conocer el impacto de los principales programas y organizaciones. La cienciometría pone de relieve también la estructura de las disciplinas científicas y las relaciones entre ellas.

Por otro lado, los indicadores se basan en un enfoque comparativo. Los valores absolutos no son en sí mismos indicativos, pues alcanzan su pleno significado sólo en comparación con los valores de otros grupos. De hecho, contabilizar trabajos no es difícil; lo más complejo radica en hacer que las cifras tengan sentido. Los números no dicen nada, pues necesitan ser interpretados sobre la base de las tendencias reales y artificiales en los datos y en el método utilizado para contarlos.

Los indicadores

A continuación se detallan los indicadores más conocidos e importantes en la arena nacional y/o internacional.

Número de trabajos

Refleja la producción científica medida por el conteo de trabajos y el tipo de documentos (libros, artículos de revistas, publicaciones científicas, informes, etc.). La dinámica investigativa de un país determinado puede monitorearse, y seguirse sus tendencias a través del tiempo.

Número de citas

Refleja el impacto de los artículos en los asuntos citados.

Coautoría

Refleja el grado de colaboración en la ciencia, tanto a nivel nacional como internacional. Puede medirse el crecimiento y el decrecimiento de las investigaciones en colaboración.

Número de patentes

Refleja las tendencias en los cambios técnicos a través del tiempo y mide los resultados de los recursos invertidos en actividades de investigación y desarrollo. Estos indicadores determinan el grado aproximado de la innovación tecnológica de un país.

Número de citas y patentes

Mide el impacto de la tecnología.

Mapas de los campos científicos y de los países

Ayudan a ubicar las posiciones relativas de diferentes países en la cooperación científica global.

Las técnicas informétricas y cienciométricas se han aplicado para realizar análisis nacionales e internacionales de la literatura científica. Algunos estudios han examinado el aporte de esta literatura en varios países en un período determinado;²⁷⁻²⁹ otros han presentado datos que muestran cuántas veces se cita a varios países.^{28,29} Además de los análisis de alcance verdaderamente internacional, se han aplicado métodos informétricos y cienciométricos para examinar los productos científicos de países individuales;³⁰⁻³² de grupo de países;³³⁻³⁷ o para comparar países.³⁸⁻⁴²

A pesar de estos trabajos, poco se ha hecho para estudiar la influencia que un país podría ejercer sobre otro, si bien algunas investigaciones han llegado hasta el punto de insinuar que un país podría citar el trabajo de una nación vecina.⁴³ Por otra parte, pueden utilizarse métodos bibliométricos y cienciométricos para observar las diferencias entre las influencias nacionales e internacionales en el campo de la ciencia. Por ejemplo, ¿son más solicitados por los políticos para prestar asesoría en un país los científicos más citados en las revistas nacionales? ¿O los más citados en revistas internacionales? ¿Es dentro o fuera de su país que ellos más publican? ¿Publican ellos en revistas de más prestigio que los científicos con menos influencia política?

Las principales revistas que publican trabajos relacionados con la informetría y la cienciometría son las siguientes:

Bulletin of the Medical Library Association
 Information Processing & Management
 Interciencia
 International Journal of Scientometrics and Informetrics (LJSI)
 International Society for Scientometrics & Informetrics Proceedings (ISSI)
 Journal of Documentation
 Journal of Information Science
 Journal of the American Society for Information Science (JASIS)
 Rapport de l'Observatoire des Sciences et des Techniques
 Research Evaluation
 Research Policy
 Revista Española de Documentación Científica
 Science & Public Policy
 Scientometrics
 Social Studies of Science

Dificultades y limitaciones

En relación con los tipos de documentos, la principal limitación para identificar la productividad científica de un

país es la cobertura de las bases de datos. Pocas bases de datos incluyen libros, capítulos de libros y tesis, y en casi ninguna se puede encontrar la llamada literatura gris (informes técnicos, conferencias, notas técnicas, etcétera).

Los principales problemas relativos a los cálculos estadísticos de las publicaciones son:

1. Cada publicación no hace el mismo aporte al conocimiento científico.
2. Lo variable de los promedios de las publicaciones con respecto a la especialidad y al contexto institucional.

En relación con las citas, los sociólogos argumentarían que estas no se pueden comprender mediante el examen de las condiciones sociales que predisponen a los científicos a citar de la forma que lo hacen. Luego entonces, para comprender el significado de una cita, es necesario entender su realidad social. Según *Martyn*,⁴⁴ la cita no es una entidad sino un fenómeno, pues no todos los autores citan de la misma forma. Lo que demandan los sociólogos es la comprensión cabal de este fenómeno. Las técnicas de indización de citas no muestran de forma explícita la naturaleza de las relaciones entre los documentos; simplemente se utilizan para indizar la literatura científica.⁴⁵

*MacRoberts y MacRoberts*⁴⁶ han relacionado los siguientes problemas en el análisis de citas en cuanto a hechos y datos:

1. Influencias formales no citadas.
2. Citación tendenciosa o preconcebida.
3. Influencias informales no citadas.
4. Autocitas.
5. Diferentes tipos de citas.
6. Variación en el promedio de citas relacionadas con el tipo de publicación, la nacionalidad, el período, el alcance y la especialidad.
7. Limitaciones técnicas de los índices de citas y bibliografías:
 - Autoría múltiple
 - Sinonimia
 - Homonimia
 - Errores de edición
 - Cobertura de la literatura

Las políticas de publicación y las posibilidades de recuperación ofrecidas por los vendedores de bases de datos tienden a limitar la investigación bibliométrica. Las bases de datos resultan insuficientes para responder a las expectativas de los especialistas en bibliometría. Solo tendría sentido la introducción de ciertos cambios en la estructura de los datos o de las normas, si estos pudiesen remontarse a 10 ó 15 años como mínimo. Los cambios hasta ese punto parecen ser definitivamente irreales, si se tienen en cuenta los costos para los clientes.

Los grupos de datos incompletos, como por ejemplo los de fuentes corporativas, son en parte responsabilidad de los vendedores. En la mayoría de los casos, los editores de revistas y los autores son los responsables de las omisiones de datos o de alguna información incorrecta. Otros factores que perjudican la fiabilidad de las bases de datos bibliográficos son el tratamiento superficial y arbitrario de los registros (por ejemplo, autores con diferentes afiliaciones), los criterios de selección no documentados y los problemas de compatibilidad entre diferentes versiones de una misma base de datos (por ejemplo, en línea y en CD-ROM).

Estos problemas y limitaciones demandan un diálogo entre los autores, los editores y las empresas encargadas de la gerencia de las bases de datos, a fin de que se puedan discutir todos los aspectos antes mencionados. Particularmente los países en vías de desarrollo están urgidos de identificar y enfrentar estos problemas, antes de aplicar las nuevas tecnologías de la información.

Referencias bibliográficas

1. Merton RK. Social and democratic social structure. En: Social theory and social structure. New York: Free Press, 1957;550-61.
2. Okubo Y. Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples. Paris: OCDE/GD, 1997.
3. Price D. Little science, big science. New York: Columbia University, 1963
4. King J. A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *J Inform Sci* 1987;(13):261-76.
5. Tague-Sutcliffe, J. An introduction to informetrics. *Inf Proc Manag* 1992;28(1):1-3.
6. Pritchard A. Statistical bibliography or bibliometrics? *J Document* 1969;(25):348-9.
7. Cronin B. The citation process: The role and significance of citations in scientific communication. London: Taylor Graham, 1984.
8. Kaplan N. The norms of citation behavior: prolegomena to the footnote. *Am Document* 1965;16(3):179-84.
9. Mitroff I.I. The subjective side of science: a philosophical inquiry into the psychology of the Apollo moon scientists. Amsterdam: Elsevier, 1974.
10. Ravetz JR. Scientific knowledge and its social problems Harmondsworth: Penguin, 1971.
11. Aaronson S. The footnotes of science. *Mosaic* 1975;6(2):22-7.
12. May KO. Abuses of citation indexing. *Science*. 1967;(156):890-2.
13. Bonzi S. Characteristics of a literature as predictors of relatedness between cited and citing works. *JASIS* 1982;33(4):208-16.
14. Chubin DE; Moitra SD. Content analysis of references: adjunct or alternative to citation counting? *Social Studies of Science*. 1975;(5):423-41.
15. Duncan EB. Qualified citation indexing: its relevance to educational technology. In: EB. Duncan and R. McAleese R, eds. *Information Retrieval in Educational Technology*. Aberdeen: University of Aberdeen, 1981:70-9.
16. Frost C. The use of citations in literary research: preliminary classification of citation functions. *Lib Q* 1979;49(4):399-414.
17. Lipetz BA. Improvement of the selectivity of citation indexes to science literature through the inclusion of citation relationship indicators *American Documentation*. 1965;16(2):81-90.

18. Moravcsk MJ; Murugesan P. Some results on the function and quality of citations. *Social Studies of Science* 1975;5:86-92.
19. O'Connor, J. Citing statements: computer recognition and its use to information retrieval. *Inform Process Manag* 1982;18(3):125-31.
20. Oppenheim C; Renn SP. Highly cited old papers and the reasons why they continue to be cited. *JASIS* 1978;29(5):225-31.
21. Irvine J; Martin BR. The economic effects of big science: the case of radio astronomy. En: *Science & Technology indicators Conference, 1980, París. [Proceedings...]* París: OECD, 1980.
22. _____. CERN. Past, performance and future prospects. *Res Policy* 1984;(13):311-42.
23. Leven O. Report of the National Survey Committee on Biochemistry. The Hague: Staatsuitgeverij, 1982
24. Moed HF. On the measurement of research performance: the use of bibliometric indicators. Leiden: Leiden University, 1983.
25. Chauvin R. Evaluator, évaluer. *La Recherche* 1991;(22):22-782.
26. Rappa MA. Bibliometric methods for monitoring the emergence of new technologies. Cambridge: MIT, 1989. (Report n. WP3049-89BPS)
27. Hulme EW. Statistical bibliography in relation to the growth of modern civilisation. London: Grafton, 1923.
28. Narin F, Carpenter M. National publication and citation comparisons *JASIS* 1975;(26)26:80-93.
29. Schubert A, Glanzel W, Braun T. Scientometric datafiles: a comprehensive set of indicators on 2649 journals and 96 countries in all major science fields and subfields 1981-1985. *Scientometrics* 1989;(16):3-478.
30. Arunachalam S. Physics research in Israel: a preliminary bibliometric analysis *J Inform Sci* 1984;(8):185-95.
31. Velho L. The meaning of citation in the context of a scientifically peripheral country. *Scientometrics* 1986;(9):71-89.
32. Macias-Chapula CA. Primary health care in Mexico: a non-ISI bibliometric analysis. *Scientometrics* 1995;34(1):63-71.
33. Arunachalam S, Markandy S. Science in the middle-level countries: a bibliometric analysis of scientific journals of Australia, Canada, India and Israel. *J Inform Sc* 1981;(3):13-26.
34. Macias-Chapula CA. Production and dissemination of the Mexican biomedical journals, with some considerations of the Latin American/Caribbean region. En: Egghe L, Rousseau R, eds. *Informetrics 89/90*. Amsterdam: Elsevier, 1989;217-28.
35. _____. Patterns of scientific communication among Latin American countries in the field of medical education. *Scientometrics* 1992;23(1):123-35.
36. _____. Non-SCI subject visibility of the Latin American scientific production in the health field. *Scientometrics* 1994;30(1):97-104.
37. Narvaez-Berthelemot N. International scientific collaboration in Latin America *Scientometrics* 1992;24(3): 373-92.
38. Braun T, Schubert A. Scientometric versus socio- economic indicators. Scatter plots for 51 countries, 1978-1980. *Scientometrics* 1988;13(1-2):3-9.
39. Galbán C, Gómez I. La operación científica entre España e Iberoamérica en revistas internacionales. *Rev Esp Document Científ.*1992;15(4):405-24.
40. Lancaster FW. Some publication patterns in Indian and Japanese science: a bibliometric comparison. *International Forum on Information and Document* 1984;9(4):11-16.
41. Narvaez-Berthelemot N. International scientific collaboration between in Latin America and Spain, as seen from different databases. *J Inform Sci* 1993;(19):389-94.
42. Russell JM. The increasing role of international cooperation in science and technology research in Mexico. *Scientometrics* 1995;34(1):45-61.
43. Rabkin Y, Inhaber H. Science on the periphery: a citation study of three less developed countries. *Scientometrics* 1979;(1):261-74.
44. Martyn J. An examination of citation indexes. *Aslib proceedings* 1965;17(6):184-96.
45. Blackwell PK, Kochtanek TR. An iterative technique for document retrieval using descriptors and relations. En: *ASIS Meeting, 1981, Washington. Proceedings of the 44th ...* Washington: ASIS, 1981:215-7.
46. MacRoberts MH, MacRoberts BR. Problems of citation analysis: a critical review. *JASIS* 1989;40(5):342-9.

César A. Macías-Chapula

cesarmch@liceaga.facmed.unam.mx

Abstract

The purpose of this paper is to highlight the role of informetrics and scientometrics in the national and international perspective, noting their uses and practices. Beginning with some definitions of bibliometrics, scientometrics and informetrics, this paper discusses the role of science as a social process aiming at identifying the limitations of science indicators.

Subject headings: BIBLIOMETRICS; SCIENTOMETRICS; INDICATORS; INFORMETRICS; DEVELOPING COUNTRIES; INFORMATION TECHNOLOGY.