

La utilización de los indicadores bibliométricos para evaluar la actividad investigadora

Berta Velasco, José M^a Eiros, Jose M^a Pinilla y José A. San Román
Universidad de Valladolid

La evaluación de la investigación es necesaria para la gestión y planificación de los recursos destinados a la investigación ya que permite conocer el rendimiento de la actividad científica así como su impacto en la sociedad. Con los resultados de esta evaluación se justifican ante la sociedad las partidas presupuestarias destinadas a esta actividad. Pero evaluar es una tarea ardua e imposible en exactitud debido a que la actividad científica no es exacta. Se utilizan diversos criterios para evaluar dicha actividad tanto para investigadores a nivel individual como para grupos de investigación. Entre estos criterios se incluyen el número de publicaciones científicas producidas en un periodo dado, el número de veces que estas publicaciones son citadas en otros artículos o libros, el número de patentes o registros de propiedad intelectual, el reconocimiento otorgado a los autores de las publicaciones (premios, honores, etc...), y también la capacidad de captación de financiación tanto pública como privada para la realización de estas actividades. De todos estos criterios, los indicadores o índices bibliométricos son una de las herramientas más utilizadas ya que proporcionan información tanto cuantitativa sobre la producción científica como cualitativa, es decir sobre el impacto de esa producción.

Palabras clave: Bibliometría, indicadores bibliométricos, evaluación de la investigación, producción científica.

The use of bibliometric indicators in research performance assessment. Research assessment is essential for the right management of the resources devoted to this activity since it allows to know the performance of the scientific activity as well as its impact in society. With the results of this evaluation, the public funds allocated to this activity are justified in the eyes of society. But evaluating research is hardly accurate because it is not an exact science. There are several criteria used to assess this activity for individuals as well as for research groups. Among these criteria, we find the number of scientific publications published in a period, together with the number of times that these publications are cited in other papers or books, the number of patents or copyrights, the recognition awarded to the authors of the publications (prizes, honours, etc.), or the capacity to obtain public and private funds for these activities. Nevertheless, from all of these criteria, bibliometric indicators or indexes are one of the most used tools, since they provide quantitative and qualitative (i.e. the impact) information on the scientific production.

Keywords: Bibliometric, bibliometric indicators, research evaluation, scientific production.

La utilización de los indicadores
bibliométricos para evaluar la actividad
investigadora

La idea de evaluar la actividad científica surgió a partir de la Primera Guerra Mundial ya que a pesar de los grandes progresos que se habían logrado, sobre todo en armamento, esta no había sido capaz todavía de solucio-

nar problemas sociales de gran importancia como aquellos relacionados con las enfermedades. Es por eso que los países desarrollados comenzaron a desarrollar técnicas e instrumentos que les permitieran identificar y analizar estas actividades (Velho, 1985).

Con el paso del tiempo, la evaluación se fue convirtiendo en una herramienta cada vez más utilizada y necesaria para poder seleccionar de entre todas las propuestas presentadas las mejores, ya que la producción científica estaba continuamente creciendo y sin embargo los recursos destinados a esta actividad eran limitados. Principalmente en los países desarrollados, donde la comunidad académica comenzó a ser muy activa, se exigió por parte de las agencias financiadoras, un sistema de evaluación eficaz que pudiera repartir los recursos entre aquellos proyectos que supusiesen una contribución para la ciencia (Castro, 1985).

Según Rosa Sancho en la década de los 60, los países de la OCDE empezaron a recoger datos sobre su producción científica. Sin embargo al no disponer de una metodología uniforme para todos los países, fue imposible realizar una comparación internacional.

Por eso, la OCDE creó un grupo de expertos para crear una metodología uniforme que pudiesen adoptar todos los países miembros con el fin utilizar los mismos indicadores en todos los países y así poder realizar una comparación internacional.

Tras superar innumerables problemas técnicos, se aprobó el documento: "*Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*", en una reunión que tuvo lugar en Frascati, cerca de Roma, en 1963, por lo que a este documento se le conoce como *Manual de Frascati* (Sancho, 2003). Versión española de la sexta edición del manual de Frascati: Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Revista española de Documentación Científica; 26, 365-366.

El análisis de los datos sobre los recursos destinados a la investigación "*inputs*"

permite conocer el esfuerzo que cada país hace hacia la investigación. Estos datos incluyen el número de personal investigador, las inversiones en I+D y otros indicadores recogidos en este Manual. Pero cada vez se hacía más necesario el complementar estos estudios con el análisis de los resultados de la investigación así como su impacto en la sociedad es decir los "*outputs*" y aquí es donde tienen cabida los indicadores bibliométricos.

Tradicionalmente el método más utilizado para evaluar la calidad de un trabajo o de proyecto de investigación, o incluso la carrera investigadora de un candidato para optar a gratificaciones, promociones o premios, es el de la evaluación hecha por los propios investigadores o por pares (*peer review*) en el que estatus del investigador tiene un gran peso en la decisión final.

La opinión de los expertos ha demostrado ser hasta la fecha el método más idóneo para valorar el grado de desarrollo de un determinado campo de investigación y la calidad de las aportaciones específicas de cada investigador o grupo de investigación. (Bordons y Zulueta, 1999). Sin embargo, debido a que este método es bastante subjetivo y conlleva un elevado coste, y también a que los gestores empezaron a demandar métodos más objetivos para evaluar la actividad científica de una manera estructurada y global, se empezaron a utilizar otros criterios consistentes en técnicas cuantitativas como son la *cienciometría*, la *bibliometría* y la *informetría*. (Castro, 1985)

Los indicadores bibliométricos

Existen varias definiciones de indicadores bibliométricos pero una de las más claras es la de Isabel Gómez y María Bordons que los definen de la siguiente manera: "*Son datos estadísticos deducidos de las publicaciones científicas. Su uso se apoya en el importante papel que desempeñan las publicaciones en la difusión de los nuevos conocimientos, papel asumido a todos los niveles del proceso científico*". (Gómez y Bordons, 1996, p. 21)

Los indicadores bibliométricos proporcionan información sobre los resultados del proceso investigador, su volumen, evolución, visibilidad y estructura y se pueden clasificar en indicadores de actividad (cuantitativos) y de impacto (cualitativos). (Spinak, 1998)

El empleo de los indicadores bibliométricos presenta una serie de ventajas frente a otros métodos utilizados en la evaluación científica, al tratarse de un método objetivo y verificable, cuyos resultados son reproducibles. Además, estos indicadores se pueden utilizar para analizar un gran volumen de datos. (Lascurain, 2006)

Así mismo, los indicadores bibliométricos presentan una serie de limitaciones en su utilización. Para empezar, sólo se pueden utilizar en aquellos contextos en que los resultados de investigación dan lugar a publicaciones científicas. Por este motivo, su validez es máxima relevancia en el estudio de las áreas básicas y menos en las tecnológicas o aplicadas (Gómez y Bordons, 1996).

Los indicadores de actividad permiten conocer el estado real de la ciencia. Entre ellos se encuentran:

- *De producción*: recuento del número de publicaciones científicas de un autor, grupo de investigación o institución. Estos indicadores sólo aportan información sobre la cantidad de las publicaciones pero no sobre su calidad.
- *De circulación*: miden el número total de publicaciones en bibliotecas y bases de datos
- *De dispersión*: análisis de las publicaciones sobre un tema o área entre las diversas fuentes de información. Permite conocer si los trabajos de un área específica se concentran en pocas o en muchas revistas.
- *De uso de la literatura científica*: Miden el número de publicaciones y el número de referencias que se incluyen en las publicaciones. Cada editorial tiene sus propias normas de publicación y el número de referen-

cias bibliográficas que se pueden incluir en un artículo difiere de una revista a otra.

- *De colaboración*: Estos son los que evalúan la colaboración entre autores e instituciones. El indicador más utilizado para valorar la colaboración entre autores es el índice de coautoría que es un promedio del número de autores que firman los documentos y que permite determinar el tamaño de los grupos de investigación. Otro indicador es la tasa de documentos coautorados que es la proporción de documentos firmados por más de un autor. En cuanto a la colaboración entre instituciones es importante determinar tanto el grado como el tipo de colaboración que se establece que se puede saber a través de los indicadores de colaboración nacional e internacional. (Lascurain, 2006)
- *De obsolescencia de la literatura científica*: miden la vida media de un artículo a través del número de citas que recibe un artículo a lo largo de los años. La vida media de un artículo depende de su área temática. Los denominados “*hot papers*” son aquellos documentos que en un periodo muy corto son muy citados y los clásicos son aquellos que durante muchos años siguen siendo citados.

Los indicadores de visibilidad o impacto son los que proporcionan la información sobre el impacto que ha tenido ese trabajo en la sociedad. Con los indicadores de impacto se puede valorar el impacto de los propios investigadores, de los artículos y de las revistas. Estos indicadores analizan el número de citas que reciben los documentos científicos. Son los que se utilizan para evaluar la calidad de un artículo. Aunque en ocasiones las “falsas investigaciones” o artículos de poca calidad reciben también muchas citas. Como ejemplos de estas falsas investigaciones están las del científico surcoreano Hwang que publicó

dos artículos en 2004 y 2005 sobre un experimento de células madres humanas en las que se suponía que habían clonado varias células madres de varios pacientes. Estos presuntos éxitos tuvieron una gran repercusión en la comunidad científica ya que abrían la puerta para el tratamiento de enfermedades incurables hasta la fecha como la diabetes o el Parkinson. Sin embargo, meses después se demostró que este trabajo era falso. Así mismo, en el 2009, en el año de Darwin, en una versión on line de una revista apareció publicado un artículo de un zoólogo británico, Donald Williamson, en el que decía que las mariposas son el resultado del cruzamiento de dos especies distintas una con la forma de sus larvas (orugas) y otra con su forma adulta. Es decir, según él, la metaformosis de las mariposas es el resultado del cruzamiento de estas dos especies tan diversas y no por la evolución a partir de una única especie antecesora, como proclama el neodarwinismo. Estas publicaciones recibieron una cantidad de citas pero no porque la comunidad científica estuviese de acuerdo con ellas, sino todo lo contrario por lo tanto, en ocasiones, la cantidad de citas recibidas no puede asegurar la calidad de un artículo. Los indicadores de impacto más utilizados son el factor o el índice de impacto de una revista y el índice *h*.

El factor de impacto o índice de impacto

El factor de impacto o también llamado índice de impacto de una revista fue creado por Eugene Garfield quien en 1955 publicó un artículo en la revista *Science* en el que proponía un método para comparar revistas y evaluar la importancia relativa de una revista dentro de un mismo campo científico con el fin de ayudar a los científicos a seleccionar la revista con más repercusión tanto a la hora de publicar artículos como a la hora de leerlos (Garfield, 1955).

Para Garfield, el factor de impacto (FI) de una revista es el número de veces que se cita por término medio un artículo publicado en una revista determinada en un periodo

de dos años. El factor de impacto se publica anualmente a través del *Institute of Scientific Information* (ISI), empresa creada también por Garfield en 1955 aunque hasta 1960 no pasa a denominarse así. Desde el año 1992 el ISI pertenece a la empresa Thomson Reuters.

Garfield también es el creador del *Science Citation Index* (SCI) que pretende ser una base de datos que recoge la información básica de las revistas más importantes en el campo de las ciencias aplicadas y sociales. Asimismo, Garfield es también el creador del *Journal Citation Reports* que es una herramienta objetiva y sistemática de evaluación de todas las revistas incluidas en el SCI con el fin de poder compararlas.

Anualmente se evalúan más de 2.000 títulos de revistas y sólo se seleccionan alrededor del 10-12% de todas ellas. Además, la cobertura actual está constantemente bajo revisión. Las revistas indexadas están monitorizadas para asegurar que mantienen los estándares y la relevancia que se les exigió inicialmente para poder ser indexadas. Para que una revista sea incluida en el SCI ha de cumplir una serie de requisitos:

- Puntualidad con las fechas de publicación (diferente para las publicaciones on line que para las de papel). La revista debe publicar de acuerdo con la periodicidad considerada en la inclusión inicial. Para medir la puntualidad se analizan tres números consecutivos.
- Las revistas deben ser en inglés o por lo menos su información bibliográfica tiene que estar en inglés
- El proceso de selección de artículos tiene que ser a través de la revisión por pares para asegurar la calidad general de la investigación y la integridad de las referencias citadas. También se recomienda que, siempre que sea posible, se mencione en cada artículo la información sobre la fuente de financiación de la investigación presentada.
- Las referencias citadas tienen que estar en alfabeto romano.

- Se tiene que tener en cuenta también su contenido editorial, es decir la revista tiene que aportar algo nuevo a un tema determinado que no lo estén haciendo ya las revistas actualmente indexadas sobre ese mismo tema
- Se busca también la diversidad internacional de los autores de los artículos. Se consideran más relevantes las revistas con diversidad internacional que regional aunque también se evalúan e incluyen en esta base de datos revistas regionales.
- Se analiza también el número de citas que recibe la revista incluyendo las autocitas. El 80% de las revistas indexadas tienen menos de un 20% de autocitas. Un uso inadecuado de las autocitas puede derivar en que la revista sea excluida de esta base de datos.

El uso del factor de impacto tiene una serie de ventajas y desventajas. Las principales ventajas son que es universal, fácil de usar y entender, y en 2010 hay más de 10.500 revistas indexadas de más de 80 países y en más de 200 categorías. Puede ser determinante también a la hora de seleccionar revistas por parte de bibliotecarios o especialistas en documentación. En cuanto a las críticas al factor de impacto son las siguientes:

- El número de citas no mide la calidad del artículo tal y como se ha comentado previamente por lo que es importante utilizar otro tipo de indicadores y/o el juicio de expertos (Camps, 2008).
- El periodo de cálculo de dos años sólo se puede utilizar en las áreas con un rápido envejecimiento de la bibliografía. Y por eso, estas áreas son las que presentan valores más altos en factor de impacto por ejemplo biología molecular o genética. Esto se debe a que en estas áreas se citan sobre todo documentos muy recientes y todas estas citas se incluyen para calcular el factor de impacto. Sin embargo, en las áreas de lento envejecimiento como son cirugía o pediatría,

un alto número de citas tendrán una antigüedad mayor de dos años y no se incluyen por lo tanto en el cálculo del factor de impacto. Para el análisis de estas revistas sería más adecuado utilizar una ventana de citación más amplia (entre 4 o 6 años).

- El índice de impacto de las revistas se utiliza para evaluar autores. Sin embargo no se tiene en cuenta si sus artículos han sido citados o no. Es decir, que tiene el mismo valor un artículo de un autor que haya sido citado en varias ocasiones que otro de otro autor distinto que no haya sido nunca citado, y ambos publicados en la misma revista. Aunque se da por hecho que cuanto más factor de impacto tiene una revista, más difícil es publicar en ella ya que a mayor factor de impacto mayor demanda para publicar en ella y por eso el proceso de selección de los artículos es más riguroso que en otras revistas con menos factor de impacto.
- El tamaño de la comunidad científica al que sirve una revista afecta a su índice de impacto. Cuanto más grande sea el tamaño de la comunidad científica más artículos “super citados” tendrá el área (Bordons y Zulueta, 1999).
- Las áreas más clínicas presentan factores de impacto más bajos, en cambio las áreas básicas son las que tienen más factor de impacto (Camps, 2008).
- Algunos científicos se quejan de que los editores obligan a los autores a citar artículos de su propia revista las denominadas “autocitas” y por lo tanto el factor de impacto de algunas revistas se “engordaba” con el uso de estas prácticas. Sin embargo, el número de autocitas no debe superar el 20% del total de citas porque si no la revista puede ser excluida de este index.
- Ciertos editores se quejan también de que las revistas para poder ser indexadas tienen que ser en inglés. Es-

- to no es del todo cierto ya que lo único que se exige que sea en inglés para que una revista sea incluida en el SCI es su información bibliográfica. Lo que sí que es cierto es que el idioma universal es el inglés y si el artículo está publicado en este idioma, llegará a más gente que si es publicado en otro idioma y por lo tanto podrá recibir más citas.
- De las más de 38.000 revistas publicadas sólo están incluidas en el año 2010 10.804. Sí que es verdad que no todas las revistas publicadas están incluidas en el SCI y que son sólo estas las que tienen factor de impacto. Sin embargo como se ha comentado previamente, anualmente se evalúan más de 2.000 revistas y de ellas, aquellas que cumplen con los requisitos de inclusión, se incluyen en cada una de las áreas a las que pertenece la revista. Algunas revistas pueden ser incluidas en dos o tres áreas distintas. En la tabla 1 se puede observar el número de revistas incluidas en varias áreas durante los años 2009 y 2010 y prácticamente en todas, el número de revistas incluidas se ha incrementado en el 2010. También, existen otras propuestas de diversas instituciones para calcular el factor de impacto de aquellas revistas que no están incluidas en el SCI. Un ejemplo de esto, es el Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero, de la Universidad de Valencia, que hizo una propuesta para conocer el factor potencial de impacto de las revistas médicas españolas. Se puede consultar esta propuesta en la siguiente dirección: http://ime.uv.es/imecitas/impacto_ime.asp
 - Los artículos metodológicos y de revisión tienen más factor de impacto que los que proveen de datos nuevos. Normalmente, los artículos de revisión son más consultados a la hora de elaborar un artículo.
 - Las revistas con acceso electrónico tienen más factor de impacto que las que no lo tienen. Esto se debe en gran medida a que el acceso a los artículos es más rápido y más sencillo y por ello se consigue que los artículos publicados on line sean más citados que aquellos en papel.
 - No se puede comparar el índice de impacto entre diferentes áreas temáticas. Como se ha comentado previamente las áreas básicas tienen más factor de impacto que las clínicas. En la tabla 1 se puede ver varios ejemplos de distintas áreas incluidas en el ISI. La primera columna refleja el número de revistas incluidas en los años 2009 y 2010. La segunda recoge el factor de impacto de la revista con mayor impacto en ese área. La tercera columna recoge el de la revista con menor impacto en ese área y por último la cuarta columna recoge el FI medio del área. Por los datos recogidos en esta tabla se puede ver que en algunas ocasiones el FI se incrementa de un año para otro, aunque en alguna ocasión como es en el caso de “Medicina investigativa y experimental” el FI disminuye. También se puede observar que hay una gran diferencia entre la revista que tiene mayor FI y la de menor en un mismo área. Por eso a la hora de evaluar la calidad de una revista hay que tener en cuenta el FI medio del área en el que está incluida esa revista. Actualmente para solventar el problema de la diferencia de FI entre áreas, se utilizan otro tipo de indicadores como son los cuartiles, terciles o deciles. Los cuartiles son los valores que dividen al conjunto de revistas ordenadas en cuatro partes porcentualmente iguales (o en tres en el caso del tercil o en diez en el caso de los deciles). Este indicador se obtiene dividiendo el número total de revistas de una materia entre cuatro, o entre tres en

el caso de los terciles, o en diez si se pretende hallar los deciles. De esta manera se obtiene el número de revistas que se incluyen dentro de cada cuartil, tercil o decil. Una vez conseguido este dato, se ordenan todas las revistas del área en orden de-

creciente según su factor de impacto y dependiendo del dato anterior se clasifican las revistas que pertenecen al primer, segundo, tercero o cuarto cuartil en el caso de los cuartiles, y así mismo para los terciles o deciles.

Tabla 1. *Ejemplo de las diferencias entre las áreas incluidas en el SCI durante dos años consecutivos.*

| Área | Nº Revistas | | Ind Imp > | | Ind Imp < | | Ind Imp ½ | |
|--|-------------|------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 2009 | 2010 | 2009 | 2010 | 2009 | 2010 | 2009 | 2010 |
| Acústica | 28 | 30 | 3.154 | 3.260 | 0.095 | 0.159 | 0.840 | 0.849 |
| Biología celular | 162 | 178 | 42.198 | 38.650 | 0.175 | 0.077 | 3.308 | 3.376 |
| Química analítica | 70 | 73 | 6.546 | 10.404 | 0.150 | 0.218 | 1.776 | 1.809 |
| Matemáticas | 255 | 279 | 4.174 | 4.864 | 0.108 | 0.044 | 0.633 | 0.584 |
| Nanociencias y nanotecnologías | 59 | 64 | 26.309 | 30.324 | 0.062 | 0.279 | 1.750 | 2.040 |
| Neurociencias | 231 | 239 | 26.483 | 29.510 | 0.043 | 0.020 | 2.766 | 2.783 |
| Medicina investigativa y experimental | 93 | 106 | 27.136 | 25.403 | 0.094 | 0.094 | 2.020 | 1.974 |
| Medicina gral e interna | 133 | 153 | 47.050 | 53.486 | 0.054 | 0.028 | 1.275 | 1.104 |
| Cardiología y sistemas cardiovasculares | 95 | 114 | 14.856 | 14.432 | 0.053 | 0.006 | 1.949 | 1.993 |
| Oncología | 166 | 185 | 87.925 | 94.333 | 0.062 | 0.101 | 2.429 | 2.455 |
| Oftalmología | 49 | 56 | 7.755 | 10.340 | 0.157 | 0.096 | 1.530 | 1.362 |

Nota: **Nº Revistas**: Número de revistas incluidas en el SCI en diversas áreas durante los años 2009 y 2010. **Ind Imp >**: FI de la revista que tiene mayor factor de impacto de ese área. **Ind Imp <**: FI de la revista que tiene menor factor de impacto de ese área. **Ind Imp ½**: FI medio de ese área.

El índice h de Hirsch

En 2005 el físico estadounidense Jorge Hirsch publicó un nuevo método para evaluar la actividad científica de un investigador para cubrir las deficiencias que tenía la utilización del FI de las revistas para la evaluación individual de los investigadores (Hirsch, 2005). Hirsch propone un método que consiste en simplemente en ordenar los trabajos de un autor de forma decreciente en virtud de las citas recibidas por cada trabajo. En el momento en el que el rango (posición en la lista) supera o iguala al valor de la cita, ahí tenemos nuestro índice h . Esto significa que el autor tiene h trabajos con al menos h citas. Este método, también tiene una serie de ventajas y limitaciones en su uso que hay que tener en cuenta a la

hora de su utilización. Las ventajas son las siguientes: es universal; fácil de usar y de entender; y permite crear índices de referencia h_R . En cuanto a las limitaciones o críticas a este indicador cabe destacar las siguientes:

- La cantidad de citas no refleja la calidad de un trabajo. Por ejemplo un trabajo aplicado puede ser muy útil y no tener muchas citas. Y como ya se ha mencionado previamente las "falsas investigaciones" pueden tener muchas citas.
- El índice h depende del tamaño de la población de los científicos que trabajan en un determinado tema. Cuanto más grande sea la comunidad científica más artículos serán citados.

Tabla 2. *Ejemplo de la actividad científica de varios investigadores analizada a través del número de citas cuyo índice h es el mismo.*

| Citas recibidas a artículos de distintos investigadores | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Orden artículo (por n ^o citas) | Investigador 1 | Investigador 2 | Investigador 3 | Investigador 4 |
| 1 | 289 | 34 | 150 | 12 |
| 2 | 142 | 33 | 72 | 10 |
| 3 | 113 | 29 | 26 | 9 |
| 4 | 62 | 26 | 20 | 8 |
| 5 | 47 | 25 | 18 | 7 |
| 6 | 34 | 23 | 11 | 6 |
| 7 | 5 | 6 | 1 | 0 |
| 8 | 4 | 6 | 1 | 0 |
| 9 | 3 | 4 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 4 | 0 | 0 |

- Los temas de moda tienen más probabilidad de tener un índice h más alto.
- Este sistema no se puede aplicar a las ciencias sociales y a las humanidades porque estas carecen de bases de datos de revistas y porque se suelen publicar libros.
- Los autores pueden publicar sobre otras disciplinas que no sean su especialidad y recibir muchas citas. Este es el caso del propio Jorge Hirsch, cuyo artículo sobre el índice h ha recibido más de 2000 citas sin embargo no tiene nada que ver con su especialidad.
- No tiene en cuenta el tiempo que lleva trabajando un investigador. Cuanto más tiempo lleve un investigador trabajando más trabajos tendrá citados.
- No se pueden comparar investigadores de diferentes áreas. El Grupo Scimago, de la Universidad de Granada, publicó en 2007 un trabajo en el que comparaba a investigadores nacionales de distintas especialidades en el que se podían ver las diferencias entre el número de documentos publicados por cada uno de ellos, el número de citas recibidas, el índice h , y también el número de citas recibidas por documento como

parámetro importante para tener en cuenta también a la hora de comparar investigadores de distintas disciplinas.

- Hay distintos investigadores con distintas curvas de productividad que tienen el mismo índice h . Esto se puede ver en la tabla 2. En ella se pone como ejemplo la actividad científica de varios investigadores utilizando el número de citaciones que han recibido sus artículos. Se puede ver que hay una gran diferencia entre el número de citas que han recibido los artículos de los diferentes investigadores. Sin embargo en todos, el índice h es el mismo (6).

A raíz de la publicación del índice h , se han publicado muchísimas propuestas de índices complementarios de este índice (Aren-cibia, Barrios, Hernández y Carvajal, 2008; Schubert, 2007). Incluso el propio Hirsch publicó en 2010 otra propuesta de índice con el fin de cubrir algunas de las limitaciones de su propuesta original. Este índice tiene en cuenta también el número de coautores de un artículo (Hirsch, 2010).

Conclusiones

La evaluación de la actividad científica es hoy en día imprescindible ya que es la única forma de optimizar los recursos cada vez

más limitados que se dedican a la investigación y de justificar su uso ante la sociedad.

Los indicadores bibliométricos son una de las herramientas más utilizadas a la hora de evaluar la actividad científica, tanto de investigadores a nivel individual como grupos de investigación. Estos indicadores aportan una valiosa información sobre la situación de la investigación y complementan al juicio de expertos.

La fiabilidad de los indicadores bibliométricos depende en gran medida del uso adecuado de los mismos que debe hacerse con conocimiento de sus limitaciones. Además para evaluar la actividad científica de manera correcta se han de utilizar varios indicadores y no exclusivamente uno ya que la información proporcionada sería sesgada y nos daría una idea falsa de esta actividad.

Referencias

- Arencibia, R., Barrios, I., Hernández, S. y Carvajal, R. (2008). Applying successive H indices in the institutional evaluation: a case study. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59, 155-157.
- Bordons, M. y Zulueta M. A. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, 52, 790-800.
- Camps, D. (2008). Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica. *Colombia Médica*, 39, 74-79.
- Castro, C. M. (1985). *Ciência e universidade*. Río de Janeiro: Zahar.
- Garfield, E. (1955). Citation Indexes for Science: A new dimension in documentation through association of ideas. *Science*, 122, 108-111.
- Gómez, I. y Bordons, M. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evolución científica. *Política Científica*, 46, 21-26
- Grupo Scimago (2007). El índice *h* de Hirsch: su aplicación a algunos de los científicos españoles más destacados. *El profesional de la información*, 16, 47-49.
- 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, 16569-16572.
- Hirsch, J. E. (2010). An index to quantify an individual's scientific research output that takes into account the effect of multiple coauthorship. *Scientometrics*, 85, 741-754.
- Lascurain, M. L. (2006) La evaluación de la actividad científica mediante indicadores bibliométricos. *Boletín Bibliotecas*, 24, 1-12.
- Schubert, A. (2007). Sucesive h-indices. *Scientometrics*, 70, 201-205.
- Spinak, E. (1998) Indicadores cientométricos. *Ciência da Informação*, 27, 141-148
- Velho, L. M. L. S. (1985). Como medir a ciencia? *Revista Brasileira de Tecnologia*, 16, 35-41.

