



## ARTÍCULO ESPECIAL

# Análisis del índice-h y propuesta de un nuevo índice bibliométrico: el índice global

J. Aznar y E. Guerrero

*Instituto de Ciencias de la Vida, Universidad Católica de Valencia, Valencia, España*

Recibido el 5 de octubre de 2010; aceptado el 8 de noviembre de 2010

Disponible en Internet el 2 de abril de 2011

### PALABRAS CLAVE

Índice-h;  
Factor de impacto;  
Indicadores  
bibliométricos;  
Índice global

**Resumen** Evaluar la calidad de la investigación de individuos e instituciones es indispensable para la adecuada utilización de los recursos, contratación de personas o la concesión de premios y distinciones.

Con esta finalidad se utilizan especialmente los indicadores bibliométricos. Entre ellos, el más usado es el factor de impacto.

Recientemente, se ha introducido un nuevo indicador, el denominado índice-h, que está teniendo una gran aceptación por evaluar, utilizando un solo dígito, la cantidad y calidad de la investigación.

Sin embargo, aunque el índice-h es útil, tiene límites. En este trabajo nos referimos específicamente a ellos, resaltando que, a nuestro juicio, no es totalmente adecuado para valorar la calidad de la investigación de profesionales que compitan para cualquier fin.

En este sentido, proponemos un nuevo índice bibliográfico, que hemos denominado índice global, que por utilizar información procedente de seis indicadores bibliométricos nos parece más adecuado para comparar la calidad científica de los investigadores.

© 2010 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### KEYWORDS

H-index;  
Impact factor;  
Bibliometric  
indicators;  
Global factor

**Analysis of the h-index and proposal of a new bibliometric index: the global index**

**Abstract** The evaluation of the research quality of individuals and institutions is essential for the appropriate use of resources, hiring of staff or the awarding of prizes and recognitions.

Bibliometric indicators are especially used for this purpose. The most widely used among them is the impact factor.

A new indicator has been introduced recently, the so-called h-index, which is growing in popularity for the evaluation of the quantity and quality of research using a single digit.

However, although the h-index is useful, it has its limitations. In this paper, we refer specifically to these limits, stressing that, in our opinion, it is not completely suitable to assess the research quality of professionals who compete in any area.

In this respect, we are proposing a new bibliographical index, which we have called the global index. Since it uses information from six bibliometric indicators, we consider that this index is more suitable for comparing the scientific quality of the researchers.  
© 2010 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La investigación científica, como cualquier actividad profesional, puede ser evaluada. Examinar la calidad de la investigación científica se hace necesario, entre otros motivos para la gestión y distribución de los recursos a ella destinados, para la adecuada contratación de personal investigador y profesorado universitario, para la promoción del mismo o para la adjudicación de premios o distinciones. Sin estas evaluaciones las decisiones que se tomen pueden adolecer de falta de objetividad y consecuentemente ser injustas.

El principal instrumento para la valoración de la calidad científica de trabajos, personas o instituciones, son los indicadores o índices bibliométricos, que se vienen utilizando desde mediados del pasado siglo<sup>1</sup> y que se basan en el análisis de los datos que proporciona la literatura científica. Entre estos índices el de uso más generalizado es el factor de impacto, propuesto por Eugene Garfield en 1955<sup>2</sup>, y que está especialmente dirigido a determinar la calidad científica de las revistas. Se calcula en base a las citas que reciben los artículos publicados en una revista concreta. También se utilizan, aunque en menor grado otros índices como el «Immediacy Index»<sup>3</sup> o el «Prestige Factor»<sup>4</sup>. Además de estos, se pueden utilizar otros como el número total de artículos publicados, la media de artículos publicados por año, el factor de impacto medio de sus artículos, indicador que reflejaría la calidad global de la investigación realizada, la calidad de la investigación punta, valorada por la excelencia de los artículos más significativos de ese autor, el número total de citaciones, la media de citaciones por artículo o por año<sup>5</sup>, etc.

Últimamente se ha incorporado a este grupo de indicadores bibliométricos el denominado *h-index*. A él, que desde ahora denominaremos índice-h, es al que vamos fundamentalmente a referirnos.

El índice-h ha tenido una amplia aceptación como instrumento para valorar la calidad científica. A pesar de ello, nos parece que su valor es limitado, especialmente cuando se trata de evaluar la calidad investigadora de un profesional concreto y más aún si se utiliza para compararla con la de otros profesionales, para objetivos como la adjudicación de un puesto de trabajo o la concesión de un premio. Para tratar de solventar esta limitación, en la segunda parte de este trabajo proponemos un índice, que hemos denominado índice global, que a nuestro juicio satisface con mayor rigor los objetivos anteriormente señalados.

## Índice-h

### Definición

Según Hirsch<sup>6</sup> un investigador tiene un índice-h determinado cuando  $h$  de sus artículos han recibido al menos  $h$  citas cada

uno, teniendo el resto no más de  $h$  citas. Es decir, un índice-h de 40 significa que el artículo número 40 de ese científico ha recibido 40 o más citas. Por tanto, el índice-h es un guarismo que expresa la coincidencia del número de artículos publicados por un autor con el número de citas recibidas.

### Historia

El índice-h es un indicador relativamente nuevo. Fue desarrollado por Jorge Hirsch, físico teórico argentino de la Universidad de California, en San Diego, en el año 2005. Originalmente nació ante la necesidad de medir o evaluar la investigación a nivel individual. Posteriormente se amplió su utilidad a la valoración de revistas<sup>7</sup>, dándose especialmente a conocer cuando Ball lo comentó en *Nature*<sup>8</sup> y Holden en *Science*<sup>9</sup>. Los físicos fueron los primeros en utilizarlo<sup>10</sup>, adquiriendo pronto amplia difusión en la literatura científica<sup>11</sup>. En general, la posibilidad de examinar la actividad de investigación con un solo dígito, así como evaluar la cantidad (número de publicaciones) y calidad (número de citas) de la producción científica ha atraído la atención de investigadores, revistas e instituciones.

### Cálculo

Para su cálculo existen dos sistemas, manual y automático. El cálculo manual obliga a contactar directamente con el investigador para la recogida y validación de todas sus publicaciones. Este cálculo es sencillo; consiste en ordenar cada uno de los trabajos del autor de forma descendente en función de las citas que ha recibido. De esta manera se construyen dos listas de números, una ascendente (artículos publicados: 1, 2, 3, ...) según el número de citaciones que han recibido a lo largo de los años) y otra descendente (citas recibidas por esos artículos: 56, 45, 34, 23, 12, ...). Cuando ambos números se cruzan se obtiene el índice-h<sup>12</sup>.

El cálculo manual del índice-h tiene la ventaja de que al analizar uno a uno los trabajos proporcionados por su autor se evitan errores tipográficos y sobre todo problemas de homonimia, por lo que posiblemente el índice obtenido sea el que corresponda más a la realidad objetiva de la actividad investigadora de ese autor. Sin embargo, tiene la dificultad de que éste es un trabajo laborioso y que requiere contactar directamente con el autor, lo que no siempre es posible.

Cálculo automático. Para el cálculo automático se puede recurrir a la información proporcionada por distintas bases de datos. Entre ellas, las más utilizadas es la Web of Science (WOS)<sup>13</sup>, de Thomson Scientific (tabla 1). Hay que introducir el nombre del autor en «general search» y picar en «search», lo que nos dará el listado total de las publicaciones de ese autor. Para reordenar la lista según el número de citas, hay que picar en la columna de la derecha en «sort of

**Tabla 1** Pasos para calcular el índice-h utilizando la Web of Science (WOS)

1. Introducir el nombre del autor en «general search»
2. Picar en «search», lo que proporciona el listado total de publicaciones de ese autor
3. Ordenar las publicaciones en relación con sus citaciones picando en «sort of times cited» en la columna de la derecha, e ir hacia abajo hasta que el número de artículos sobrepase el número de citaciones

times cited», e ir hacia abajo hasta que el número de artículos sobrepase el número de citaciones. Los datos de la WOS solo están disponibles para los miembros de las instituciones suscritas a ella, por lo que su acceso está restringido. Esto se puede obviar utilizando la web de «Publish or Perish» disponible de forma gratuita y universal<sup>14</sup>.

Un aspecto que hay que considerar es que el índice-h puede variar al utilizar diferentes métodos. En este sentido hemos calculado el de un investigador concreto y hemos comprobado que por la vía manual el índice era 33; calculado por la WOS era así mismo de 33; pero por el Publish or Perish era de 35 y si se utilizaba la base Scopus<sup>15</sup> y SCI Scimago era de 25. Scopus solo incluye datos a partir de 1966.

## Ventajas

La principal ventaja del índice-h es la facilidad de obtención, y la posibilidad de resumir en un solo dígito el valor de las investigaciones de un autor, publicación o centro, y el que, al parecer, el índice-h es mejor indicador de la calidad científica que el número total de publicaciones o las citaciones consideradas aisladamente<sup>16</sup>.

También es de interés que puede considerarse como un índice vivo que se actualiza con nuevas investigaciones y con nuevos artículos<sup>17</sup>, los que han venido en denominarse «trabajos dormidos»<sup>18</sup>. Por otro lado, el índice-h mide citas de trabajos concretos, sin tener en cuenta idiomas o revistas determinadas, evitando así el efecto del *marketing* social. Todas las citas tienen el mismo valor, lo que indudablemente, como más abajo se comentará, puede ser una limitación. Además, se puede aplicar en cualquier período de tiempo. En relación a la valoración de la actividad investigadora, se ha sugerido que un científico exitoso podría tener un índice-h de 20, después de veinte años de trabajo, el de un investigador de primera fila podría ser de 40, después de esos mismos 20 años, y el de aquellos que se consideran en la cima de la producción investigadora de 60, igualmente después de 20 años de trabajo.

## Limitaciones

Sin embargo, y a pesar de las ventajas comentadas, el índice-h también tiene limitaciones objetivas<sup>16</sup> (tabla 2). La primera es que no parece adecuado evaluar a un científico o grupo con un solo dígito; esto va en contra del concepto multidimensional bibliométrico<sup>19</sup>. Parece más adecuado utilizar varios indicadores que determinen conjuntamente la

producción científica de un autor o institución<sup>20</sup>. Otra limitación es que el índice-h aporta poca información, más allá del número total de citaciones, por lo que no sería correcto considerarlo como la medida global de la calidad de la investigación de un autor o institución. Como comentan Cronin y Meho<sup>21</sup>, la fuerte correlación positiva entre el número de citaciones y el índice-h sugiere que el número total de citaciones es un adecuado indicador del impacto de una investigación y de su influencia. Incluso Lehmann et al<sup>22,23</sup> sostienen que la media de citaciones por artículo es un indicador superior al índice-h.

Otra limitación es que para el cálculo del índice-h solo se utilizan revistas incluidas en el *Journal Citation Report*, publicado por Thomson Reuters, no teniendo en consideración las publicaciones no incluidas en esta base de datos. Tampoco se incluyen citaciones de libros, capítulos de libros, notas técnicas, ponencias, conferencias, etc.

El índice-h tampoco parece adecuado para comparar el trabajo de investigadores de diferentes áreas científicas, por lo que solamente debería usarse para comparar científicos o revistas de la misma disciplina investigadora<sup>6</sup>.

Relacionado con esto, el índice-h no tiene en cuenta la calidad de las revistas en las que un autor publica sus investigaciones, por lo que su valor puede verse artificialmente implementado por citas de revistas de calidad media o baja. A nuestro juicio ésta es una importante limitación del índice-h. Si un autor publica tan solo en revistas de su especialidad, por ejemplo en un área médica con gran número de profesionales, se puede dar la paradoja de que su trabajo sea muy citado por sus colegas, aunque no sea de calidad sobresaliente. Esta limitación la pone de manifiesto Hirsch<sup>6</sup> al comprobar que los índices-h en ciencias biológicas tienden a ser mayores que en física, y el de éstos se sitúan por encima de los de matemáticas. La idea de que las áreas científicas en las que trabajan un gran número de profesionales se benefician de índices-h más altos es incuestionable. Esta limitación puede hacer que un autor concreto tenga un elevado

**Tabla 2** Limitaciones del índice-h

1. No parece posible evaluar a un científico o grupo con un solo dígito
2. Aporta una información no superior a la que ofrecen las citaciones
3. Solo utiliza revistas incluidas en el *Journal Citation Report*
4. No compara el trabajo de investigadores de diferentes áreas científicas
5. No tiene en cuenta la calidad de las revistas en que se publican los artículos
6. Puede estar limitado por el número de artículos que ha publicado un autor
7. No es capaz de diferenciar entre investigadores activos e inactivos, ni si los trabajos fueron significativos en el pasado pero no lo son en la actualidad
8. No valora el contexto de las citaciones
9. Puede estar influido por las autocitaciones
10. Incluye las citaciones correspondientes a trabajos negativos, fraudulentos o retractados
11. No tiene en cuenta el orden de autoría del trabajo

índice-h aunque sus aportaciones médicas sean de valor relativo.

También la utilidad del índice-h puede estar limitada porque sean pocos los trabajos de un autor, sin tener en cuenta su calidad, ya que en este caso su índice-h nunca será superior al total de los artículos que ha publicado. Esto significa que los investigadores con pocas, pero muy relevantes publicaciones, tendrán siempre un índice-h bajo, con independencia de la calidad de las mismas<sup>21</sup>. En consonancia con esta limitación es significativo que entre los premios Nobel de física concedidos durante los últimos veinte años, anteriores a 2005, algunos tengan un índice-h inferior a 25 y que ninguno tenga un índice-h superior a 75, estando la mayoría de ellos entre 35 y 39<sup>6</sup>.

Pero sin irnos tan lejos en el tiempo, para evaluar esta limitación del índice-h podemos referirnos a un autor de nuestros días. En el año 2008, la revista *Science* situó en primer lugar entre las investigaciones de ese año al artículo de Takahasi y Yamanaka<sup>24</sup>, en el que se describe la consecución de las células madre pluripotentes obtenidas por reprogramación de células adultas (células iPS, *induced pluripotent stem cells*). Pues bien, el índice-h de Takahasi es solamente de 14, ya que del total de sus citaciones (6.235 citas recibidas) más del 59% se concentran en dos artículos (2.018 en uno y 1.676 en otro)<sup>6</sup>. Consecuentemente, si Takahasi quisiera conseguir un puesto de trabajo dentro de un grupo investigador de prestigio, y su calidad se valorara únicamente por el índice-h, difícilmente podría conseguir su objetivo. Nos parece que éste es un ejemplo nítido de las limitaciones del índice-h.

Otra restricción del índice-h es que no es sensible a las variaciones del rendimiento de personas o instituciones en períodos de tiempo diferentes. Consecuentemente, los investigadores que cesen en su actividad científica mantienen constante su índice-h, aunque no vuelvan a publicar ningún otro artículo. Es decir, el índice-h no es capaz de diferenciar entre investigadores activos e inactivos. El índice-h nunca puede disminuir, pero puede aumentar.

Otra limitación es que se muestra débil para diferenciar entre trabajos que fueron significativos en el pasado, pero que ya no lo son, por lo que el índice-h no es útil para determinar qué trabajos, en un momento concreto, siguen influyendo en el pensamiento científico. Otra dificultad añadida es que el índice-h no considera la importancia relativa de las citaciones. Por ejemplo, las citaciones que se incluyen en la introducción de un artículo, son frecuentemente utilizadas para plantear el trabajo, por lo que suelen tener menos importancia que las que sirven para desarrollar esa investigación. Además tiene otras restricciones contextuales; también incluye las citaciones hechas en un contexto negativo, así como las citaciones que se refieren a trabajos fraudulentos o retractados, aunque esta limitación también se puede aplicar a todos los indicadores bibliométricos que usan citaciones, no solo al índice-h.

También las autocitaciones han sido objeto de debate<sup>25,26</sup> ya que pueden aumentar el índice-h al utilizar un procedimiento posiblemente espúreo. Para obviar esta limitación se ha sugerido que en el cálculo del índice-h no se incluyan las autocitaciones. Pero al ser la investigación un proceso acumulativo, es normal que exista un grado correcto de autocitación, por lo que la exclusión de las autocitas no siempre estaría justificada<sup>26</sup>, aunque según Cronin<sup>21</sup> no

**Tabla 3** Datos utilizados para la elaboración del índice global de un autor determinado

1. Índice-h
2. Número total de publicaciones
3. Factor de impacto total. Suma de los factores de impacto de las revistas en que se han publicado todos sus artículos
4. Factor de impacto medio. Resultado de dividir el factor de impacto total por el número total de artículos publicados
5. Factor de impacto «punta». Se calcula sumando el factor impacto de las 15 publicaciones con mayor factor impacto dividido por 15
6. Número total de citaciones que han recibido todas las publicaciones del autor

parece que las autocitaciones influyan mucho en el cálculo del índice-h. Finalmente, una limitación adicional es que no tiene en cuenta el orden en que los autores firman los trabajos. El índice-h no valora la «autoría por contribución», lo que sin duda es una limitación objetiva para determinar el papel que cada autor ha tenido en ese trabajo<sup>27</sup>.

De lo anteriormente referido, claramente se infiere que el índice-h es un instrumento útil para la valoración de la actividad científica de un investigador, revista, institución o país, pero limitado. Para solventar las limitaciones del índice-h se han formulado diversas propuestas: modificaciones del índice-h, nuevos indicadores bibliométricos<sup>17,27,28</sup>, valoración de las citaciones por expertos<sup>29</sup>, u otras combinaciones. A nosotros nos parece que para conseguir una información global objetiva de la actividad investigadora de una persona concreta es necesario ampliar los instrumentos de evaluación, ya que si solamente se utiliza uno, como puede ser el índice-h, se puede incurrir en sesgos indeseados.

## Índice global

Para obviar todos estos inconvenientes del índice-h, proponemos la utilización de un índice bibliométrico que trate de tener en cuenta la calidad y la cantidad de lo publicado por un autor en concreto. A este índice lo hemos denominado índice global. Este índice no se debe confundir con el *g-index* propuesto por Leo Egghe<sup>28</sup>, que viene a cubrir en parte las limitaciones del h-index, dando más valor o peso a los artículos con muchas citaciones.

Para calcular el índice global hemos utilizado seis indicadores bibliométricos (tabla 3): a) el índice-h; b) el número total de publicaciones; c) el factor de impacto total; d) el factor de impacto medio; e) el factor impacto medio de las quince publicaciones con mayor factor de impacto («valor punta») y f) el número total de las citaciones. Cada indicador se calcula como sigue: el índice-h como ya se ha comentado; el número total de publicaciones contabilizando todas las publicaciones de ese autor; el factor impacto total es la suma de los factores de impacto de las revistas en las que se han publicado sus artículos; el factor de impacto medio es el resultado de dividir el factor de impacto total por el número total de los artículos publicados; para calcular el factor de impacto de las 15 mejores publicaciones («valor punta») se suma el factor de impacto de las revistas en que se publican

**Tabla 4** Utilización de seis índices bibliométricos para calcular el índice global

Autores	Índice-h	N.º publicaciones	FI total <sup>a</sup>	FI medio <sup>b</sup>	FI punta <sup>c</sup>	Total citas	Índice global
A	43/10	537/10	1.127/9	2,1/1	3,2/2	5.150/8	40
B	42/9	317/7	1.001/8	2,7/5	3,5/3	3.118/3	35
C	40/8	234/5	889/7	3,8/7	5,1/6	4.000/6	39
D	40/7	202/3	828/6	4,1/8	6,9/7	3.120/4	35
E	38/6	248/6	570/3	2,3/4	4,2/5	6.120/10	34
F	37/5	206/4	453/1	2,2/3	4,1/4	5.770/9	26
G	35/4	116/1	812/4	7,0/10	16,4/10	3.008/2	31
H	35/3	377/8	829/5	2,2/2	3,1/1	3.230/5	24
I	35/2	129/2	541/2	4,2/1	10,9/8	2.970/1	16
J	34/1	412/9	1.483/10	3,6/6	16,3/9	4.009/7	42

Diez autores (De A a J) tienen las puntuaciones referidas para estos seis índices bibliométricos. Los diez autores se clasifican, en primer lugar, por su índice-h. En las cinco columnas siguientes se anotan los datos de cada autor para cada uno de los restantes índices bibliométricos. A continuación se establece el número de orden de cada autor (del 1 al 10) en función de la puntuación obtenidas en cada columna. Cada columna presenta dos dígitos, uno el correspondiente al indicador bibliométrico y un segundo dígito según la posición de cada autor para ese indicador, con respecto a los restantes investigadores. Finalmente, se suman estas puntuaciones y se obtiene el índice global. El mejor índice global será el del autor que obtenga mayor puntuación. En el ejemplo de la tabla, el mejor índice global es el obtenido por el investigador J (42 puntos) seguido del investigador A (40 puntos).

<sup>a</sup> Se denomina factor impacto total a la suma del factores de impacto de cada uno de sus artículos.

<sup>b</sup> Se denomina factor impacto medio al cociente entre el factor de impacto total y el número de publicaciones.

<sup>c</sup> Se denomina factor impacto «punta» al cociente entre la suma de los factores de impacto de sus quince publicaciones más relevantes (mayor factor de impacto) dividido por quince.

los 15 artículos con mayor factor impacto y se divide por 15; y finalmente el número total de citaciones recibidas para todos los artículos.

Como muestra del índice global describimos un ejemplo hipotético utilizando los seis indicadores de diez investigadores (tabla 4). En primer lugar se clasifican los diez autores por su índice-h, como se observa en la tabla 4, columna 1. Despues, y en las cinco columnas siguientes, se anotan los datos de cada autor para cada uno de los restantes índices bibliométricos. A continuación se establece el número de orden de cada autor (del 1 al 10) en función de la puntuación obtenidas en cada columna, para cada indicador bibliométrico. Por tanto, en cada columna existen dos dígitos, uno el correspondiente al indicador bibliométrico y un segundo dígito según la posición de cada autor para ese indicador, con respecto a los restantes investigadores. Finalmente, se suman estas puntuaciones y se obtiene el índice global. El mejor índice global será el del autor que obtenga mayor puntuación.

Así pues, si esos diez investigadores evaluados (tabla 4) se clasifican con respecto al índice global (tabla 3), la valoración de su trabajo investigador variará de forma significativa con respecto a la que se les había atribuido utilizando únicamente el índice-h.

## Conclusión

El índice-h es un instrumento adecuado para evaluar la excelencia científica, pero limitado. Creemos que el índice global, aquí propuesto, cumple más adecuadamente la finalidad de evaluar a un investigador determinado, cuando hay que comparar su trabajo con el de otros investigadores concretos, especialmente cuando aspiren a obtener un puesto de trabajo o para conceder un premio o distinción.

## Bibliografía

1. Garfield E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*. 1972;178:471–9.
2. Eugene Garfield. Citation Indexes to Science: a new dimension in documentation through association of ideas. *Science*. 1955;122:108–11.
3. Disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Immediacy\\_index](http://en.wikipedia.org/wiki/Immediacy_index).
4. Marydee Ojala. Database archive. 1992;15:89–92.
5. Sidiropoulos A, Manolopoulos Y. A citation-based system to assist prize awarding. *ACM SIGMOD Record*. 2005;34:54–60.
6. Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc Nat Acad Sci*. 2005;102:16572.
7. Braun T, Glänzel W, Schubert A. A Hirsch-type index for journals. *Scientometrics*. 2006;69:169–73.
8. Ball P. Index aims for fair ranking of scientists. *Nature*. 2005;436:900.
9. Holden C. Random samples: Data point-Impact factor. *Science*. 2005;309:1181.
10. Diniz P, Guimaraes M, Kinouchi O, Souto A. A complementary index to quantify an individual's scientific research output. *Scientometrics*. 2006;68:179–89. Disponible en: <http://arxiv.org/pdf/physics/0509048>.
11. Bornmann L, Daniel HD. Does the h index for ranking of scientists really work? *Scientometrics*. 2005;65:391–2.
12. Scimago G. El índice-h de Hirsch: aportaciones a un debate. *El profesional de la Información*. 2006;15:304–6.
13. Web of Science (WOS). Disponible en: [www.isiknowledge.com](http://www.isiknowledge.com).
14. Harzing AW. Publish or Perish. Disponible en: [www.harzing.com/pop.htm](http://www.harzing.com/pop.htm).
15. Scopus. Disponible en: <http://www.scopus.com>.
16. Rousseau R. Reflections on recent developments of the h-index and h-type indices. *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*. 2008;2:1–8.
17. Sidiropoulos A, Katsaros D, Manolopoulos Y. Generalised Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks. *Scientometrics*. 2007;72:253–80.

18. Van Raan AF. Sleeping beauties in science. *Scientometrics*. 2004;59:467–72.
19. Glänzel W. On the h-index. A mathematical approach to a new measure of publication activity and citation impact. *Scientometrics*. 2006;67:315–21.
20. Gänzel W. On the opportunities and limitations of the H-index. *Science Focus*. 2006;1:10–1.
21. Cronin B, Meho L. Using the h-index to rank influential information scientists. *J Am Soc Inf Sci Tec*. 2006;57:1275–8.
22. Lehmann S, Jackson AD, Lautrup BE. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/physics/0701311>. 2007.
23. Lehmann S, Jackson AD, Lautrup BE. *Nature*. 2006;444:1003–4.
24. Takahashi K, Yamanaka S. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell*. 2006;126:663–76.
25. Aksnes DW. A micro-study of self citations. *Scientometrics*. 2006;56:235–46.
26. Glänzel W, Debackere K, Thijs B, Schubert A. A concise review on the role of author self-citations in information science, bibliometrics and science policy. *Scientometrics*. 2006;67:263–77.
27. Escorciel-Mayor E, Monge-Corella S. Reflexiones sobre la autoría de los estudios científicos. *Rev Clin Esp*. 2009;209: 503–10.
28. Van Raan A. Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgement for 147 chemistry research groups. *Scientometrics*. 2006;67: 491–502.
29. Egghe L. Theory and practise of theg-index. *Scientometrics*. 2006;69:131–52.