

# Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas

Christian Federico Rueda-Clausen Gómez, MD\*  
Cristina Villa-Roel Gutiérrez, MD\*  
Christian Eduardo Rueda-Clausen Pinzón, MD\*\*

## Resumen

La proliferación y globalización de la literatura científica ha puesto en evidencia la ya reconocida necesidad de crear un sistema de evaluación, calificación y comparación de la calidad para este tipo de producción. En respuesta a esta necesidad han surgido metodologías que incluyen escalas e indicadores para la cuantificación, evaluación y calificación del efecto que una publicación tiene sobre el entorno científico. Aunque, actualmente estos sistemas se consideran útiles como herramientas para la medición de la calidad de los procesos de investigación, son motivo de gran controversia dada su cuestionada independencia, representatividad y validez. El objetivo del presente artículo es explorar los orígenes, ventajas, desventajas del actual sistema, así como las nuevas tendencias para el desarrollo de indicadores bibliométricos y su aplicación como herramienta para la evaluación de la actividad científica. [Rueda-Clausen CF, Villa-Roel C, Rueda-Clausen CE. *Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas*. MedUNAB 2005; 8(1):29-36]

**Palabras clave:** Indicadores bibliométricos, Factor de impacto, Evaluación, Calidad, Publicaciones científicas, Validez.

## Introducción

El análisis de la publicación de artículos científicos, eslabón fundamental dentro del proceso de investigación, se ha convertido en la unidad estándar que permite calificar la calidad del proceso generador de conocimiento

y su impacto en el entorno científico. Los indicadores bibliométricos, utilizados durante décadas para evaluar la cantidad y procedencia de las revistas científicas<sup>1</sup> han adquirido recientemente un papel importante dentro del proceso de evaluación de la calidad de la actividad científica, y tanto los autores de los textos como los grupos académicos que respaldan sus reportes, son calificados permanentemente según el impacto de las revistas en las que publican<sup>2</sup> y el efecto de éstos sobre la generación de nuevo conocimiento.<sup>3</sup> Por otra parte, la creciente necesidad de las distintas entidades gubernamentales y la industria para seleccionar con criterios uniformes y objetivos las fuentes de información a las cuales recurrir en el momento de tomar decisiones técnicas, administrativas y políticas,<sup>4</sup> ha generado un mayor interés en la utilización de estos indicadores, dado que ofrecen un método estándar para la evaluación de la calidad y eficacia de la contribución al desarrollo científico de los textos producidos por los grupos de investigación.<sup>5</sup> Sin embargo, y a pesar de su aceptación global, la aplicación de estos indicadores ha mostrado con el tiempo, tener algunas debilidades y falencias al ser aplicados como herramienta de evaluación de la producción científica, lo que está promoviendo una corriente de críticos y contradictores que promulgan nuevos métodos y alternativas para evaluar estos parámetros, partiendo de la observación de que los indicadores bibliométricos fueron diseñados para evaluar el impacto de las revistas y no la calidad de los procesos científicos.

De la utilización cada vez más frecuente de métodos matemáticos y estadísticos para el análisis de la producción científica y de su calidad, nace la bibliometría definida por Garfield en 1978 como “*la cuantificación de la información bibliográfica susceptible de ser analizada*”, originando dos grandes ramas de desarrollo, la bibliometría fundamental y la aplicada, esta última comprende la parte inferencial y descriptiva de la cienciometría.<sup>6,7</sup>

\* Instituto de Investigaciones, Fundación Cardiovascular de Colombia, Bucaramanga, Colombia.

\*\* Departamento de Ciencias Sanitarias, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, España.

**Correspondencia:** Dr Christian F. Rueda-Clausen, Instituto de Investigaciones, Fundación Cardiovascular de Colombia, Calle 155A # 23-58 El Bosque, Floridablanca, Colombia. E-mail: ruedaclausen@gmail.com

Artículo recibido: 26 de octubre de 2004; aceptado: 8 marzo de 2005.

El objetivo de esta monografía es recorrer los orígenes y la evolución de algunos de los marcadores bibliométricos actualmente utilizados, exponer sus principales ventajas y desventajas, y dar a conocer algunas nuevas propuestas para la evaluación de la producción científica.

## Orígenes y evolución de los indicadores bibliométricos

El primer trabajo publicado que emplea métodos bibliométricos se titula "*Historie des sciences et des sçavants depuis deux siensle*" de Alphonse de Condolle en 1885, quien aplica algunos métodos matemáticos en un estudio para comparar las publicaciones científicas de 14 países europeos y los Estados Unidos de América.<sup>6</sup> Treinta años después, en 1917 Cole y Eales aplican estos métodos bibliométricos a los trabajos de anatomía, analizando las publicaciones realizadas entre 1543 y 1860. Luego en 1923 Hulme analiza autores y revistas referenciadas en el "*In-renalional Catalogue of Scientific literatura*" del período 1901-1913, evaluando publicaciones científicas, condiciones económicas y crecimiento de la civilización moderna.<sup>6</sup> No fue sino hasta 1927 que Gross y Gross propusieron por primera vez que el recuento de las citas realizadas de un artículo podía ser utilizado como indicador para evaluar y comparar la calidad de la producción científica, dando de esta manera inicio al empleo de marcadores bibliométricos en el proceso de evaluación de la producción científica.<sup>8</sup> Posteriormente, en 1955 Eugene Garfield<sup>1</sup> propuso que este método de evaluación podría ser utilizado como un indicador del impacto que una producción científica tenía sobre el medio. Pero esta tendencia sólo adquirió su nombre actual en 1963, cuando la publicación del *Science Citation Index (SCI)* utilizó por primera vez el término "factor de impacto" (FI) para referirse a este mismo indicador al ser aplicado a la evaluación de la calidad de las revistas científicas. En esta comunicación se propuso por primera vez que las revistas cuyas publicaciones generaran mayor número de citas tenían un mayor impacto en la comunidad científica, siendo esta una de las primeras iniciativas para postular un indicador global para la evaluación de las revistas científicas. Luego de la aparición de este primer informe se continuaron haciendo publicaciones esporádicas de estos indicadores reconocidas como el *Journal Citation Index (JCI)*, en las que se presentaban y comparaban los FI de las diferentes revistas. Entre 1975 y 1989, se siguieron emitiendo estos informes como boletines anuales de la SCI, entre 1990 y 1994 se encontraron disponibles para el público en forma de microfiches, y en el año 1995, se dispuso de esta información en formato digital CD-ROM.<sup>9</sup>

Actualmente se puede acceder por Internet al *Journal Citation Reports (JCR)*, que es una plataforma de información producida por el Institute for Scientific Information (ISI), compañía de Thomson Scientific localizada en Toronto -Ca-

nadá- (<http://www.isinet.com/products/evaltools/jcr/>), que desde el año 1999, recopila y analiza datos bibliográficos de más de 8.400 diferentes revistas en aproximadamente 200 disciplinas y en más de 30 idiomas. Para facilitar los procesos de comparación, esta base de datos fue dividida en dos grandes grupos: ciencias biomédicas y ciencias sociales. El JCR es el único recurso de cobertura mundial dedicado a la evaluación de publicaciones científicas y a la provisión de información estadística con base en los datos provenientes de citas bibliográficas. Esta base de datos sólo incluye las referencias citadas de artículos originales publicados en revistas indexadas (incluidas en el *SCI*); no tiene en cuenta artículos de revisión ni otras formas de publicación diferente, y su objetivo primordial es determinar la influencia e impacto del conjunto de artículos publicados en las diferentes revistas, según su repercusión sobre nuevas publicaciones al mostrar la relación entre el número de artículos publicados y el número de las citas que éstos generan en nuevos artículos.

Estos son algunos de los indicadores desarrollados por el ISI que son utilizados para evaluar el impacto, la productividad, la obsolescencia, y la dispersión que tiene una publicación sobre las producciones subsiguientes:

**Cuenta de artículos.** Indicador que se calcula al contabilizar el número de artículos incluidos en una publicación durante un año particular (solamente investigación original y reseñas). Su mayor virtud es que permite al lector conocer el volumen de publicaciones emitidas durante un periodo. Esta información se convierte generalmente en el denominador de otros muchos indicadores bibliométricos, haciendo que los resultados estén siempre sujetos a la universalidad o no de este primer indicador.

**Índice de productividad.** Calculado como el logaritmo en base 10, del número de artículos publicado por un determinado autor en un período de tiempo (generalmente un año) el histograma de la productividad de un autor o de un grupo se denomina *Evolución Temporal de la Productividad*.

**Factor de impacto (FI).** Indicador que se aplica a las revistas, y permite evaluar y comparar la importancia de la misma frente a otras de su mismo campo. Este se calcula como el cociente entre el número de citas a artículos de dicha revista y el número total de artículos publicados, tomando sólo la suma de los valores de los dos últimos años.

Por ejemplo, la revista de la Real Sociedad de Nueva Zelanda (*Journal of the Royal Society of New Zealand*), publicó 70 artículos entre el 2000 y el 2001, estos mismos artículos fueron citados en 72 oportunidades por las diferentes revistas indexadas durante el periodo 2000-2001. Así, el impacto de esta revista durante el año 2002 fue de = 1.029 (figura 1).

**Figura 1.** Fórmula para calcular el FI de una revista según el método utilizado por la ISI.

<b>Factor de impacto en el 2002</b>	=	$\frac{\text{Número de citas realizadas a artículos publicados entre 2000 y 2001}}{\text{Número total de artículos entre 2000 y 2001}}$
-------------------------------------	---	---

  

<i>Ejemplo aplicado al Journal of the Royal Society of New Zealand (2002)</i>		
<b>Factor de impacto</b>	=	$\frac{72}{70} = 1.029$

Fuente: What are Journal Citation Reports? Online help "Using the JCR Wisely". <http://isi2.isiknowledge.com/portals/cgi/jcr>

La ISI propone que este indicador representa el número de citas promedio que tiene un artículo publicado en la revista de la Real Sociedad de Nueva Zelanda durante el 2003. De manera que un artículo publicado en una revista con un impacto de 3 será citado en promedio tres veces cada año durante los siguientes dos años. La aplicación de este indicador en la evaluación de la calidad de una revista ha sido fuertemente criticado desde sus orígenes<sup>10, 11</sup> ya que el número de citas que una revista produce, podría no estar homogéneamente distribuido entre todos los artículos de la revista.<sup>5</sup> Así, algunos artículos serían citados frecuentemente y otros tal vez nunca, circunstancia que resulta entendible si se considera que cerca de la mitad de los artículos son redundantes en su contenido y nunca son citados.<sup>12, 13</sup>

**Índice de instantaneidad o inmediatez.** Indicador que mide cuán rápidamente un artículo promedio de una publicación es citado o con qué frecuencia los artículos de una publicación son citados en un mismo año. Es un indicador de la velocidad con que se utiliza la literatura científica publicada en una revista porque refleja el tiempo medio transcurrido entre la publicación de los artículos en una revista y la publicación de los artículos que los citan. Este índice es útil para comparar publicaciones que se especializan en investigación de vanguardia y se calcula dividiendo las citas hechas a artículos publicados en una revista en un año entre el número total de artículos publicados ese año en esa misma revista (figura 2). Este indicador también es cuestionado, dado que todas las revistas no tienen un mecanismo ni un período igual de publicación y difusión entre la comunidad científica, algunas áreas del conocimiento como las ciencias descriptivas (botánica, geología) tienen una vigencia mayor que las analíticas (ingenierías, farmacología) o las de reciente desarrollo (computación, biología molecular). Por lo tanto, las publicaciones de las primeras son menos frecuentes que de las segundas.

**Vida media de las citas.** Indicador que determina la vida media de los artículos citados. Esta información es útil en la toma de decisiones de administración de colecciones (bibliotecas) y archivos, porque muestra la edad de la mayoría de los artículos citados incluidos en una publicación científica. El cálculo de la vida media de una revista es útil para determinar la importancia de la revista durante los últimos años y conocer la vigencia de sus artículos (su grado de obsolescencia). Este índice se obtiene a partir de la fecha (edad) media estadística de las citas que utilizan los artículos publicados en la revista o "citing half life".

**Índice de Colaboración.** Resultante de dividir el número de autores participantes (firmas) en todos los trabajos presentados por un centro o publicados en una determinada revista, dividido por el número de artículos, y se puede calcular también, diferenciado entre firmas internas o locales y externas o de otras instituciones.

**Datos de origen.** Indicadores que ofrecen información sobre las publicaciones que incluyen reseñas en lugar de artículos de investigación original y el número de referencias que publicó cada una.<sup>12</sup> Todos estos indicadores permanecen bajo constante actualización y se encuentran disponibles en Internet (figura 3).

Existe un gran número de indicadores adicionales a los citados, algunos desarrollados en forma exclusiva para evaluaciones muy particulares, pero en el momento los anteriores son los que con mayor frecuencia se utilizan para la comparación y análisis.

## Otros indicadores derivados del FI

Desde su primera mención en 1927, el sistema de evaluación basado en indicadores bibliométricos empezó a ser adoptado en las comunidades científicas de Europa, difundándose posteriormente a las de América y las del

**Figura 2.** Fórmula para calcular el índice de instantaneidad de una revista según el método utilizado por la ISI.

<b>Índice de Instantaneidad en el año 2002</b>	=	$\frac{\text{Número de citas realizadas a artículos publicados 2002}}{\text{Número total de artículos 2002}}$
--	---	---

  

<i>Ejemplo aplicado al Journal of the Royal Society of New Zealand (2002)</i>		
<b>Índice de Instantaneidad en el año 2002</b>	=	$\frac{8}{35} = 0.299$

Fuente: What are Journal Citation Reports? Online help "Using the JCR Wisely" <http://isi2.isiknowledge.com/portals/cgi/jcr>

Figura 3. Forma de presentación de los datos utilizado por la ISI.

Mark	Rank	Abbreviated Journal Title (linked to full journal information)	ISSN	2002 Total Cites	Impact Factor	Immediacy Index	2002 Articles	Cited Half-life
<input type="checkbox"/>	1	NATURE	0028-0836	326546	30.432	7.504	889	6.9
<input type="checkbox"/>	2	SCIENCE	0036-8075	296080	26.682	5.839	987	6.6
<input type="checkbox"/>	3	P NATL ACAD SCI USA	0027-8424	315820	10.700	1.846	2911	6.4
<input type="checkbox"/>	4	IBM J RES DEV	0018-8646	2124	3.700	1.184	49	>10.0

Fuente: <http://www.isinet.com/journals>

resto del mundo, hasta su implementación en 1963 por el SCI. Hoy en día se considera el estándar para la evaluación de la calidad de las publicaciones científicas.<sup>14, 15</sup> A pesar de su aparente aceptación, un importante grupo de autores ha sugerido que este sistema de evaluación tiene debilidades y han planteado nuevos alternativas que incluyen otros criterios, por los que se deben corregir los indicadores actuales. Lo anterior ha derivado una gran variedad de nuevos indicadores de calidad y productividad aplicables a investigadores, instituciones y regiones.<sup>16-22</sup>

El FI, se ha tomado como el indicador principal de los análisis bibliométricos de las revistas, además su utilización y adaptación en la evaluación de las instituciones y los grupos de investigación a dado pie al desarrollando variaciones del mismo como:

**Puntos de impacto por año.** Evalúa la calidad y cantidad de producción de un grupo de investigación. Estos resultan de un sencillo cálculo en el que se consideran los artículos publicados durante un año y el impacto que durante ese año tuvieron las revistas en que fueron publicados. De ese modo, si un grupo de investigación realiza durante un año 5 publicaciones de artículos originales en una revista que tuvo un FI de 2.1 (durante ese mismo período), la cantidad de puntos de impacto producidos por ese grupo durante ese período de tiempo es de  $5 \times 2.1 = 10.5$  puntos. Éste indicador permite comparar la labor de investigadores y grupos de investigación según la capacidad que tienen para influir en el desarrollo de nuevos artículos y la generación de nuevo conocimiento.

**Costo del punto de impacto.** Relaciona el presupuesto ejecutado por el investigador o los grupos, durante un período y la cantidad de puntos de impacto generados durante el mismo. De manera que si un grupo de investigación ejecutó US\$50.000 durante un año, y durante el mismo produjo 10 puntos de impacto, el costo promedio

de cada uno de los puntos es de US\$5.000/año. Este indicador, a diferencia del anterior, no depende solamente de la cantidad de puntos de impacto producidos sino del costo en que se incurrió para poderlos producir. Además, permite evaluar la eficiencia de un investigador o de un grupo de investigación para producir trabajo de mayor calidad a un menor costo y podría ser más adecuado en la evaluación del trabajo de pequeños grupos con presupuestos restringidos.

**Otros indicadores.** Existen otros indicadores como el Impacto/número de Integrantes del Grupo, el Impacto per cápita de una región o país, la Relación puntos de impacto/número de patentes, los cuales tienen aplicación para condiciones particulares;<sup>23</sup> sin embargo, dentro de la compleja naturaleza de la generación y divulgación del conocimiento, existen muchos factores que están siendo subvalorados a la hora de comparar la producción científica de un grupo o región específicos y son éstos los que han dado soporte a la corriente de contradictores del sistema de evaluación por indicadores bibliográficos.

## Alternativas propuestas al FI

Si bien el FI es un sistema práctico para la estandarización de la evaluación de la calidad de las revistas científicas y, de manera paralela, de los grupos de investigación que publican en ellas, existe una corriente creciente de autores que no lo consideran un sistema adecuado para la evaluación del proceso investigativo.<sup>16, 23-27</sup> Estos autores aseguran que si bien es cierto que los indicadores bibliográficos se basan en la evaluación de uno de los principales productos tangibles de toda investigación (los artículos originales en revistas indexadas), múltiples factores como el desarrollo de nuevas líneas de investigación, el desarrollo de productos comerciales, los aportes directos a la población no científica, la presentación de conferencias, las ponencias en congresos, charlas, y las cátedras universitarias; no están siendo considerados dentro de este sistema de evaluación a pesar de ser parte vital del proceso de investigación, porque al no generar publicaciones, tampoco puntos de impacto, por lo que se podría estar ocasionando una subestimación de la calidad de la investigación desarrollada por un grupo o un investigador.

Otro factor cuestionado del JCR es la validez de la base de datos bibliográficos utilizada y la representatividad que puede tener ésta de la verdadera producción científica en todo el mundo.<sup>25, 28</sup> Partiendo que sólo son incluidas las revistas indexadas, es decir, revistas que cumplen ciertas características técnicas y editoriales, se excluyen los productos divulgados en otros medios no impresos como artículos digitales (*on-line*) y comunicaciones en otro tipo de eventos académicos, etc. restándole así importancia a estos no menos trascendentes y ágiles métodos de divulgación de resultados.<sup>29</sup> Se ha descrito además muchos casos en los que durante la edición de los artículos originales se producen errores de transcripción y almacenamiento de las referencias

citadas y que estos errores no son revisados adecuadamente por los miembros del grupo editor o los administradores de las bases de datos, dando lugar a errores al momento de relacionar la producción de determinado autor o grupo de trabajo con las citas emitidas. Adicionalmente, en varias oportunidades las editoriales y las bases de datos restringen el número de autores que pueden ser relacionados en las citas de un artículo, de modo que solo los primeros autores de un artículo pueden ser mencionados. En el caso particular de los trabajos extensos presentados por un grupo numeroso de investigadores y co-investigadores (en los cuales la autoría no se atribuye a una persona sino al grupo como tal) no existe claridad al respecto de cómo debe ser considerada dicha autoría.<sup>30</sup>

Para evaluar a un investigador parece más interesante usar el índice de impacto de sus publicaciones en lugar del de las revistas en las que ha publicado. Sin embargo, aunque Thomson ISI provee este servicio, no es gratuito, ni viene incluido con la suscripción al *ISI Web of Knowledge* de la mayoría de las universidades de todo el mundo. Agencias de evaluación de profesorado, como la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación - España (Aneca), podrían utilizar este índice en un futuro no muy lejano. El Índice de impacto de un autor se calculará como el cociente entre el número de sus citas y el de sus artículos, considerando toda su carrera académica registrada en el SCI del ISI.

Actualmente el índice de citaciones tiene consideraciones especiales respecto a las características de los artículos aceptados como aportantes de citas. Ésta medida obedece a que los artículos de revisión, por sus características de contenido, son citados con mayor frecuencia sin que esto implique que su contenido genere algún tipo de aporte al conocimiento.

A pesar de esto, existen aún algunas circunstancias que no son tenidas en cuenta y que se manifiestan como errores propios del sistema. Tal es el caso de los artículos en los que se describe una técnica o un procedimiento específico de amplia difusión, como el publicado por Lowry y colaboradores, en el cual se describe un método para medir proteínas<sup>29</sup> que en el año de 1994 contaba con más de 250.000 citaciones, sin que esto significara que su contenido hubiese creado un impacto proporcional en el estado del conocimiento.<sup>9</sup>

Otra circunstancia cuestionable acerca de este método de evaluación es la referente al grado de autonomía e independencia que puede llegar a tener una entidad privada como el ISI para manejar de manera imparcial los indicadores bibliométricos a nivel mundial. Algunos autores han llegado incluso a proponer la creación de una entidad autónoma que se encargue de esta labor bajo el control de una comisión internacional.<sup>25</sup>

Al respecto de la subvaloración de los temas con menor volumen de publicación, la distribución interdisciplinaria

de estos indicadores también ha favorecido el surgimiento de numerosos cuestionamientos, dado que la existencia de muchas más revistas de algunos tópicos específicos, y de una mayor proporción de autores que se ocupen de este tema en particular, ha permitido que los indicadores de impacto en estos temas sean mayores que los alcanzados por publicaciones de otras áreas, sin que esto signifique necesariamente que estas revistas de "alto volumen" hagan un mayor aporte al estado del conocimiento y a progreso de las ciencias.<sup>18</sup>

No todos los investigadores ni grupos de investigación tienen realmente igual oportunidad para que su producción se publique en las revistas sujetas a las evaluaciones de FI; por otra parte otros investigadores se ven fuertemente presionados a publicar (el lema es publicar o perecer) mientras que otra parte de la comunidad científica trabajan para empresas que no pueden publicar sus resultados por temor a la competencia o por tratarse de secretos de estado.

La procedencia geográfica de un artículo, del investigador o de un grupo son factores limitantes para acceder a las revistas indexadas. Otros problemas son las auto-citas, en algunas oportunidades más comunes de lo normal, buscando mejoras a sus FI, como lo denunció Sir John Maddox (editor de la revista *Nature*) en la octava Conferencia Internacional de la Federación Internacional de Editores Científicos. También sucede lo contrario, con la deliberada no citación de autores y trabajos importantes de otros grupos o centros de investigación.

Finalmente, se menciona los frecuentes errores en los apellidos hispanos haciendo que un mismo autor se indexe alfabéticamente por letras diferentes, diluyendo así su producción.

## Nuevas propuestas para el cálculo del impacto

Para dar respuesta a las múltiples dificultades del actual sistema de evaluación bibliométrico, han surgido algunas iniciativas que plantean nuevos métodos de calificación más flexibles y precisos. Weale y colaboradores, recientemente propusieron que el Índice de no-citación podría ser un indicador más preciso del impacto de una revista.<sup>32</sup> Este índice se calcula al determinar el porcentaje de artículos originales de una revista que después de dos años de ser publicados no han sido citados. En un estudio previo, en el cual este indicador mostró ser más efectivo que el índice de impacto para determinar el poder de citación de una revista, los autores aclaran que la aplicación de este indicador debe ser susceptible de corrección por otros factores que afecten de manera importante el número de citaciones que genera una revista, tales como la proporción de artículos de revisión (generan más citaciones que los artículos originales) y la

cantidad de páginas por artículo (los artículos extensos generan más referencias).<sup>31</sup>

Se ha sugerido que el FI de una revista debe ser corregido según la distribución de las citaciones en los artículos. En un análisis global de la distribución de las citas, se determinó que el 15% de los artículos reciben cerca del 50% de todas las citaciones, otro 35% son objeto del otro 50% de las citaciones y un 50% de los artículos publicados jamás vuelven a ser citados.<sup>32</sup> Esta distribución de las citas presenta un comportamiento similar al enunciado por Bradford con relación a la concentración de la productividad en cabeza de un número reducido de autores. Suponiendo que los criterios y características con los que se seleccionan los artículos publicados por una revista sean uniformes, se esperaría que la distribución de las citas en sus diferentes artículos fuese normal; sin embargo, en un trabajo realizado por Coelho y colaboradores<sup>25</sup> en el que se evaluó el FI de las revistas analizándolas por áreas del conocimiento, se evidenció que salvo por algunas excepciones, las revistas no tenían una distribución normal de las citas realizadas. Los autores observaron que este fenómeno podía atribuirse a la aparición eventual de artículos de muy alta referenciación que llamaron “superartículos”, siendo éstos los que en múltiples ocasiones causan significativos incrementos

enormes brechas en los índices de impacto de las diferentes revistas. Partiendo de esta consideración, han propuesto que el promedio de citaciones no resulta ser un indicador de evaluación adecuado y que éste debería ser ajustado por la mediana de las citaciones realizadas en las revistas de determinada área del conocimiento (figura 4) lo que da origen al FI ajustado por área (FIA). Este último previene que la aparición ocasional de superartículos produzca diferencias aparentes entre el índice de impacto (tabla 1) y reduce notablemente las marcadas diferencias existentes en los factores de impacto de algunas revistas.

Observaciones realizadas por las instituciones académicas de varios países europeos han evidenciado que la evaluación de la calidad de la investigación Europa no puede ser realizada bajo los estándares propuestos por la ISI, ya que la subvaloración de las publicaciones europeas con este método deja en desventaja la investigación realizada y publicada en Europa, sin que ésta fuera necesariamente de menor calidad.<sup>31</sup> Después de 40 años de monopolio del FI como herramienta de evaluación científica, y tras el número creciente de críticos y contradictores de este sistema, surge en el año 2002 el Factor de calidad para revistas europeas “Euro-Factor”, que incluye en sus listas más de 500 revistas biomédicas europeas y propone una nueva fórmula para el cálculo de su impacto (figura 5). Este surgimiento se considera como la primera acción internacional coordinada en respuesta a la inconformidad con los sistemas de evaluación establecidos por la ISI.<sup>33</sup>

**Figura 4.** Fórmula para calcular el índice de instantaneidad de una revista según el método propuesto por Coelho y colaboradores.<sup>24</sup>

$$FIA = \frac{FI \times 1}{\text{mediana}}$$

*Ejemplo aplicado a la revista Parasitology (2002)*

$$FIA = \frac{2.114}{1.147} = 2.019$$

**FIA** = FI ajustado, **FI** = FI calculado por el ISI, **mediana** = mediana del FI de las revistas de la misma área.

## La razón de ser de los marcadores bibliométricos

Considerando la aplicación global del FI como un indicador de la calidad y repercusión de las diferentes revistas, resulta tentador utilizarlo también para evaluar la calidad del proceso investigativo desarrollado por un grupo, sin embargo esta extrapolación es inadecuada y conlleva a una mala interpretación y utilización de este instrumento. El primer concepto que hay que tener claro al utilizar

**Tabla 1.** Características de distribución de las citas según el FI original y ajustado por la mediana de tres grupos de revistas.

	Revistas de parasitología		Revistas de microbiología		Revistas de inmunología	
	FI original	FI ajustado por la mediana	FI original	FI ajustado por la mediana	FI original	FI ajustado por la mediana
FI máximo	2.814	2.688	6.881	3.81	18.866	9.01
FI percentil 90	2.182	2.084	3.688	2.042	4.516	2.157
FI percentil 75	1.693	1.617	2.701	1.496	2.76	1.318
Promedio	1.295	1.237	2.11	2.11	2.693	1.286
Mediana	1.047	1	1.806	1	2.094	1
Desviación estándar	0.685	0.654	1.339	1.339	2.74	2.741
FI percentil 25	0.818	0.781	1.154	0.639	1.483	0.708
FI mínimo	0.333	0.318	0.405	0.224	0.395	0.171

FI: Factor de Impacto.

**Figura 5.** Fórmula para calcular el Factor de calidad para revistas europeas "Euro-Factor"<sup>33</sup>

$$EF = \frac{\text{Número de citaciones}}{\text{Coeficiente EF} \times \sqrt{\text{Número de citaciones} + \text{Número de artículos}}}$$

*Ejemplo aplicado al Journal of the Royal Society of New Zealand (2002)*

$$EF = \frac{8}{10 + \sqrt{8 + 35}} = \frac{8}{16.55} = 0.48$$

marcadores bibliométricos, es que estos evalúan a las revistas como a un conjunto de artículos publicados durante un periodo de dos años, y si bien da una aproximación, no se puede asegurar que un artículo publicado en una revista con un FI de 3 recibirá exactamente este número de citaciones en los siguientes 24 meses. Además hay que considerar que la ventana de observación de dos años, surge de un estudio en el que se apreciaba que el 80% de las citaciones que se hacían de un artículo se realizaban los dos años siguientes a su publicación, pero esto no significa que una publicación no pueda ser un aporte importante transcurrido este tiempo, situación especialmente notable en países en vía de desarrollo donde la dificultad para acceder a revistas científicas limitan y retrasan el acceso a las comunicaciones más recientes.

Si quisiéramos medir el efecto que tienen los resultados de un trabajo de investigación sobre el estado del arte, resulta más lógico pensar que este efecto se debería medir sobre el total de los lectores que acceden a esta información y sobre el aporte de los mismos a la práctica científica y no sobre las citaciones que se hacen del trabajo, puesto que no todos las personas que acceden a una publicación y utilizan este conocimiento, escriben y lo referencian posteriormente. Además no todas las citaciones que se hacen de un trabajo tienen como fin avalar la importancia de su aporte, ya que inclusive se puede citar para controvertir los planteamientos allí hechos.

Cuando un autor escoge la revista donde somete un trabajo original, existen varios factores que afectan esa decisión:<sup>34</sup> en primera estancia está el tipo de lectores a los que se pretende llegar, ya que no todas las revistas tienen el mismo público lector y no todas las comunicaciones resultan de interés en las diferentes disciplinas. Por esto, los comités editoriales de cada revista definen cuáles son las áreas que les competen y qué tipo de aportes les interesa publicar. Una vez circunscrita el área de interés y el tipo de público esperado, el autor debe considerar la metodología empleada, los resultados obtenidos, la cobertura de los mismos (regional, nacional o internacional) y el carácter novedoso del mensaje, que es lo que define en última instancia el tipo y la "calidad" de revista a la que se va a aspirar (con

mayor o menor FI). Ahora, si bien es cierto que el impacto de una revista ofrece una visión global del aporte que sus artículos hacen para la redacción de nuevos artículos, también es cierto que no necesariamente un artículo que esté publicado en una revista de bajo impacto presente resultados poco relevantes o que esté condenado a tener pocas citaciones. De la misma manera, existen ciertos artículos de revisión, que por su versatilidad y por ser publicados en revistas con acceso a una gran cantidad de lectores pueden recibir un importante número de citaciones, pese a que su publicación no aporte un nuevo conocimiento.

Siendo consecuentes con las anteriores consideraciones, los autores proponemos cuatro estrategias para mejorar estos indicadores en su aplicación a la evaluación de la producción de literatura científica:

1) El impacto de una citación debe ser aplicado de forma independiente a cada artículo en vez de ser valorado como un promedio de las citaciones de todos los artículos publicados en una revista. Esto evita que la selección de las revistas para sometimiento de artículos, se centre de manera exclusiva en procurar un mayor impacto y favorece que los autores puedan escoger con mayor libertad la revista donde desean publicar los resultados de sus investigaciones siendo consecuentes con los temas de interés definidos por los editores y el público lector deseado.

2) Este factor individual de cada publicación, debe ser corregido por el tipo de artículo (original, de revisión, reporte de caso, etc.), de modo que los artículos de distintas características compitan entre ellos evitando la evaluación de peras y naranjas con un mismo tamiz.

3) El efecto de una citación debe ser corregido por el número de lectores estimados que tiene la revista donde se realiza la citación de un trabajo previamente publicado. Así, un artículo publicado en una revista de "bajo impacto" puede demostrar su relevancia e impacto en la comunidad al ser citado en artículos publicados en revistas de mayor impacto o con un mayor número de lectores. Teniendo en cuenta lo anterior, quien cite, y la calidad del artículo donde esté la cita, determinarán si una referencia es relevante o no para el desarrollo del estado del arte científico.

4) Que las bases de datos que evalúan la producción científica, sean manejadas por organismos internacionales, públicos e independientes, en donde tengan la posibilidad de ser incluidas la gran mayoría de las publicaciones, y el análisis de esta información parta de una estandarización del proceso de presentación ante dicho organismo de los datos requeridos para la alimentación de la base de datos.

## Conclusiones

Los indicadores bibliométricos se han convertido en una herramienta útil a nivel global para medir el impacto y

la calidad de la producción bibliográfica científica. Sin embargo, la complejidad inherente a este proceso y la controversia existente entre los sistemas de evaluación disponibles actualmente, demanda la creación de indicadores precisos que permitan evaluar de manera más concreta y eficaz la calidad y validez de los procesos de investigación científica.

Los métodos bibliométricos, a pesar de sus limitaciones, críticas y abusos, son útiles para acercarnos a una realidad, los datos que nos ofrecen, utilizados prudentemente, presentan la mejor visión que hoy podemos tener para evaluar el desarrollo de la ciencia.

## Abstract

The proliferation and globalization of the scientific literature have evidence the necessity of creating a system of evaluation, qualification and comparison of the quality for this kind of production. Answering this necessity, different institutions had included scales and indicators for the evaluation and qualification of the effect that a publication has on the scientific environment. Now a days, these systems are considered a useful tool of for the evaluation of the investigation process, even though it questionable independence, representatively and validity, are reason of controversy. The objective of the present article is to explore the origins, advantages, disadvantages and new tendencies in the development of bibliometric indicators and their application like tool for the evaluation of the scientific production.

**Palabras clave:** Impact Factor, Evaluation, Scientific Publication, Quality.

## Referencias

- Garfield E. Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas. *Science* 1955; 122: 108-11.
- Adams AB, Simonson D. Publication, citations, and impact factors of leading investigators in critical care medicine. *Respir Care* 2004; 49:276-81.
- Benitez-Bribiesca L. The impact factor of medical journals: its use and misuse. *Arch Med Res* 1999; 30:161-2.
- Gallagher EJ, Barnaby DP. Evidence of methodologic bias in the derivation of the Science Citation Index impact factor. *Ann Emerg Med* 1998; 31:83-6.
- Seglen PO. Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *Br Med J* 1997; 314:498-502.
- López P. Introducción a la Bibliometría. Valencia, 1996.
- Aláez LF. Bibliometría (análisis bivariante). Editorial EYPASA, Madrid, 1999.
- Gross PLK, Gross EM. College libraries and chemical education. *Science* 1927; 66:385-9.
- Garfield E. How can impact factors be improved? *Br Med J* 1996; 313:411-3.
- Garfield E. Dispelling a few common myths about journal citation impacts. *Scientist* 1997; 11:11.
- Garfield E. Which medical journals have the greatest impact? *Ann Intern Med* 1986; 105:313-20.
- Granda Orive JI. [Reflections on the impact factor]. *Arch Bronconeumol* 2003;39:409-17.
- Garfield E. Journal impact factor: a brief review. *Can Med Assoc J* 1999; 161:979-80.
- Marziale MH, Mendes IA. The impact factor of scientific journals. *Rev Lat Am Enfermagem* 2002; 10:466-71.
- Gonzalo Sanz LM. El Factor de Impacto: Ventajas y desventajas. *Rev Med Univ Navarra* 1995;39:4-5.
- Gunzburg R, Szpalski M, Aebi M. The impact factor: publish, be cited or perish.. *Eur Spine J* 2002; 11(Suppl 1):S1.
- Greenberg D, Pliskin JS. Preference-based outcome measures in cost-utility analyses. A 20-year overview. *Int J Technol Assess Health Care* 2002;18:461-6.
- Figa TA. The "impact factor" in the evaluation of research. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 2002; 44:2-9.
- Taubes G. Measure for measure in science. *Science* 1993; 260: 884-6.
- Jimenez-Contreras E, Delgado Lopez-Cozar E, Ruiz-Perez R, et al. Impact-factor rewards affect Spanish research. *Nature* 2002;417:898.
- Moed HF, van Leeuwen TN. Impact factors can mislead. *Nature* 1996; 381:186.
- Rogers LF. Impact factor: the numbers game. *Am J Roentgenol* 2002; 178:541-2.
- Walter G, Bloch S, Hunt G, et al. Counting on citations: a flawed way to measure quality. *Med J Aust* 2003; 178:280-1.
- Linardi PM, Coelho PM, Costa HM. The "impact factor" as a criterion for the quality of scientific production is a relative, not absolute, measure. *Braz J Med Biol Res* 1996; 29:555-61.
- Coelho PM, Antunes CM, Costa HM, et al. The use and misuse of the "impact factor" as a parameter for evaluation of scientific publication quality: a proposal to rationalize its application. *Braz J Med Biol Res* 2003; 36:1605-12.
- Hansson S. Impact factor as a misleading tool in evaluation of medical journals. *Lancet* 1995; 346:906.
- Hecht F, Hecht BK, Sandberg AA. The journal "impact factor": a misnamed, misleading, misused measure. *Cancer Genet Cytogenet* 1998; 104:77-81.
- Curti M, Pistotti V, Gabutti G, et al. Impact factor and electronic versions of biomedical scientific journals. *Haematologica* 2001;86:1015-20.
- Zwahlen M, Junker C, Egger M. [The journal impact factor in the evaluation of research quality: villain, scapegoat or innocent bystander?] *Soz Praventivmed* 2004; 49:19-22.
- Lehr S. [Evaluation of authors and co-authors using the Citation Index and Impact Factor]. *Dtsch Med Wochenschr* 2000;125: 1109-11 (Abstract).
- Weale AR, Bailey M, Lear PA. The level of non-citation of articles within a journal as a measure of quality: a comparison to the impact factor. *BMC Med Res Methodol* 2004;4:14.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, et al. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 1951;193:265-75.
- The European Journal Quality Factor. The new European «scientific currency». Vienna: VICER Publishing, 2002.
- Gordon MD. Helping general practitioners to keep up with the literature: evaluation of an RCGP initiative. *Med Educ* 1984;18: 174-7.