

J. González de Dios, M. Moya,  
M.A. Mateos Hernández<sup>1</sup>

*An Esp Pediatr* 1997;47:235-244.

## Indicadores bibliométricos: Características y limitaciones en el análisis de la actividad científica

### Justificación de la evaluación científica

El **proceso científico** se puede considerar similar a los modelos económicos coste-beneficio o inversión-resultado, susceptible, por tanto, de ser cuantificado.

En principio las *inversiones* en ciencia se pueden medir fácilmente al ser tangibles. Son los recursos materiales y humanos con que se cuenta: presupuesto asignado para inversiones, número de investigadores y personal auxiliar empleados en investigación y soporte técnico, equipos y materiales, etc. La evaluación de los *resultados* científicos no se ha resuelto todavía de forma definitiva, ya que supone el complejo mecanismo de medir el conocimiento generado en las tareas de investigación.

Ha surgido la necesidad de evaluar el rendimiento de la actividad científica y su impacto en la sociedad con el fin primordial de adecuar convenientemente la asignación de los recursos destinados a investigación y desarrollo. En 1965, Price<sup>(1)</sup> relacionó el crecimiento científico con el aumento de los documentos generados, y formuló la ley del crecimiento exponencial de la ciencia.

Hay muchas razones por las cuales es importante evaluar la ciencia y a los científicos<sup>(2)</sup>:

- Los resultados son intangibles: El rendimiento de la ciencia no se puede evaluar «automáticamente», por lo que es importante realizar evaluaciones.

- Gran impacto: A causa de la gran influencia de la ciencia, interesa conocer cómo funciona ésta y cuál es su rendimiento. Los fondos que sostienen las actividades científicas proceden, en su mayor parte, de sectores públicos o de empresas comerciales privadas, y quienes los aportan desean conocer la rentabilidad de las investigaciones.

- Productividad sesgada: La Ley de Lotka<sup>(3)</sup> postula que el número de científicos que publican trabajos en su vida es proporcional al  $1/n^2$ . Dicho de otra forma: si consideramos que en un grupo de científicos hay 10.000 que publican un solo trabajo durante su vida, habrá 100 que publicaron 10 trabajos, y solamente uno que publique 100. Hay, pues, pocos científicos muy productivos, pero a ellos se debe una gran proporción del progreso de la ciencia.

Debido al sesgo que presenta la productividad de la ciencia, es prioritario asegurar que los resultados se destinan a los científicos que pueden resultar más productivos.

En los últimos años el mundo de las **publicaciones médicas** ha experimentado también la llamada del control de calidad. Cada vez preocupa más el fondo, es decir, la calidad de lo que se publica, y con esta función se aplican los indicadores bibliométricos.

Una forma común, aunque no la única, de valorar el producto de la investigación se basa en el análisis de las publicaciones que origina. Teniendo en cuenta que la ciencia es una empresa que produce información, la investigación es una actividad y un método para producirla y la forma habitual de presentación en la ciencia es el artículo científico<sup>(4)</sup>.

Publicar los resultados de la investigación es una obligación científica y ética del investigador en la medida en que todos los científicos tienen el derecho a estar informados, según el principio del código del científico que Courmand<sup>(5)</sup> denominó «comunicacionalismo».

La publicación es el producto final de la actividad científica. Las publicaciones científicas se dividen en no periódicas (libros y folletos), periódicas (revistas) y de circulación limitada. Esta es la razón de que los indicadores basados en las publicaciones (principalmente revistas), los bibliométricos, tengan una posición fundamental en los estudios cuantitativos<sup>(6,7)</sup>.

Dado que la ciencia está inmersa en un medio multidimensional y que no puede caracterizarse sin ambigüedad mediante un indicador simple, debemos esperar que el resultado de todo proceso de evaluación sea un indicador compuesto. Así, el número de formas para clasificar los **indicadores** para la ciencia es muy heterogéneo<sup>(2)</sup>:

a) Pasado, presente y futuro. Las evaluaciones son más fiables cuando se refieren a la ciencia desarrollada en el pasado, ya que el método científico proporciona criterios unívocos; tales características prevalecen en el presente, y aparecen más distorsionadas cuando se aplican al futuro.

b) Tamaño de la unidad que se evalúa. Cuanto más pequeña sea la unidad, más difícil será la evaluación. Será más complicado evaluar científicos que el trabajo científico.

c) Actividad, productividad y progreso. La actividad es la acción, independientemente del grado en que contribuye a un objetivo científico o tecnológico dado. La productividad es la acción en cuanto contribuye al logro de tal objetivo. Finalmente,

Departamento de Pediatría, Hospital Universitario de San Juan. Universidad de Alicante. <sup>1</sup>Coordinador de Urgencias. Hospital Universitario «Príncipe de Asturias». Alcalá de Henares, Madrid.  
Correspondencia: J. González de Dios. C/ Prof. Manuel Sala 6, 3.º A. 03003 Alicante.

el progreso es una medida del grado de consecución de un objetivo determinado. Lo ideal será medir el progreso, pero en la mayor parte de las ocasiones nos tendremos que conformar con indicadores de la actividad o, en todo caso, de la productividad.

d) Calidad, importancia e impacto. La calidad refleja la excelencia. La importancia trasciende tales criterios internos y trata de evaluar la significación de la unidad en un contexto más amplio. El impacto describe la influencia real que la unidad ejerce sobre ese contexto más amplio. Los tres conceptos pueden ser de interés, por lo que se han de construir indicadores específicos para medirlos (ver apartado Tipos de indicadores bibliométricos).

## Características de los indicadores bibliométricos

Denominamos «bibliometría» a la ciencia que estudia la naturaleza y curso de una disciplina (en tanto en cuanto que dé lugar a publicaciones), por medio del cómputo y análisis de las varias facetas de la comunicación escrita. Denominamos «cienciometría» a la aplicación de métodos cuantitativos para la investigación sobre el desarrollo de la ciencia considerada como proceso informativo<sup>(8)</sup>.

El análisis bibliométrico es un método documental que ha alcanzado un importante desarrollo durante las tres últimas décadas. Sus objetivos fundamentales son, por una parte, el estudio del tamaño, crecimiento y distribución de los documentos científicos y, por otra, la indagación de la estructura y dinámica de los grupos que producen y consumen dichos documentos y la información que contienen<sup>(9,10)</sup>.

Los indicadores bibliométricos han pasado, en nuestros ambientes médicos, de ser un instrumento empleado únicamente por un núcleo muy reducido de especialistas en estudios sociales sobre la ciencia, a convertirse en un tema de difusión casi general. Pero en ocasiones se emplean mal estos indicadores, lo que resulta especialmente evidente en el uso y abuso del conocido factor de impacto de una revista científica<sup>(7)</sup>.

Algunos de los primeros trabajos en bibliometría a principios de siglo fueron resultado de una curiosidad innata por entender el desarrollo científico. Pero no fue hasta la década de los sesenta, en la que Price<sup>(1)</sup> acuñó el concepto de «Ciencia», y fue entonces cuando se empezaron a aplicar los recursos y métodos científicos al análisis de la ciencia misma. En estos momentos se produjo un auge en los estudios bibliométricos por la conjunción de dos fenómenos importantes: la informatización de la base de datos y una demanda mayor por parte de las autoridades responsables de la planificación científica para evaluar la eficacia de sus políticas.

Fue a partir de los trabajos de Lotka, Bradford, Zipf, Brookes, Kendall, Simon, Bookstein, ... entre otros, cuando se demostró que la literatura científica tiene la propiedad de mostrar un comportamiento estadístico regular. Un paso importante hacia la institucionalización de la cienciometría fue la fundación, en 1978, de la revista *Scientometrics*.

Hace dos décadas J.M. López Piñero y M.L. Terrada intro-

dujeron en España los estudios bibliométricos, y han desarrollado una continua labor de estudio y difusión de los indicadores bibliométricos en la actividad médico-científica<sup>(7,9,11,12)</sup>.

Los principales estudios bibliométricos de trabajos científicos publicados en España se han llevado a cabo en la Universidad de Valencia, siendo motivo de sendas tesis doctorales: publicaciones sobre cardiología<sup>(13)</sup>, medicina intensiva<sup>(14)</sup>, psicología<sup>(15)</sup>, salud pública y medicina social<sup>(16)</sup>, etc. Nuestro grupo también se ha interesado por los estudios bibliométricos en Pediatría<sup>(17,18)</sup>.

Las dificultades que plantea la evaluación de las revistas científico-técnicas en los países de mediana producción científica (como España) son fundamentalmente dos: carencia de infraestructura adecuada, y ausencia de procedimientos de evaluación adaptables a los conjuntos nacionales de publicaciones periódicas, que constituyan alternativas válidas a los existentes de origen anglosajón<sup>(19,20)</sup>.

Con los indicadores bibliométricos se podrán determinar, entre otros, los siguientes aspectos<sup>(8)</sup>:

- El crecimiento de cualquier campo de la ciencia, según la variación cronológica del número de trabajos publicados en él.

- El envejecimiento de los campos científicos, según la «vida media» de las referencias de sus publicaciones.

- La evolución cronológica de la producción científica, según el año de publicación de los documentos.

- La productividad de los autores o instituciones, medida por el número de sus trabajos.

- La colaboración entre los científicos e instituciones, medida por el número de autores por trabajo o centros de investigación que colaboran.

- El impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional, medido por el número de citas que reciben éstas por parte de trabajos posteriores.

- El análisis y evolución de las fuentes difusoras de los trabajos, por medio de indicadores de impacto de las fuentes.

- La dispersión de las publicaciones científicas entre las diversas fuentes, etc.

En el empleo de los indicadores bibliométricos para la evaluación de la actividad médico-científica deben reconocerse las siguientes premisas<sup>(8,9)</sup>:

- La importancia que los indicadores bibliométricos tienen en la evaluación es distinta en los diversos campos de la ciencia y la práctica médicas.

- La validez y fiabilidad de cada indicador bibliométrico ha de someterse a un riguroso examen crítico.

- Debe descartarse el uso de las evaluaciones de indicadores bibliométricos aislados o de carácter absoluto. De un solo indicador no pueden extraerse criterios sólidos para la evaluación. Es indispensable utilizar series de indicadores todo lo numerosas que sea posible y razonable, lo que se ha llamado «multidimensionalidad» de los indicadores bibliométricos<sup>(2)</sup>.

- Los indicadores bibliométricos son siempre relativos.

- Junto a indicadores de obtención relativamente sencilla, existen otros de obtención e interpretación complejas y, en con-

secuencia, reservados a especialistas.

- Los resultados de la mayoría de las investigaciones llevadas a cabo por los científicos y técnicos se transmiten a través de un proceso de comunicación escrita, en forma de publicaciones científicas y técnicas. Por tanto, los trabajos publicados componen uno de los productos finales de toda actividad científica y representan un indicador del volumen de investigación producido.

- Los trabajos publicados son recopilados en forma abreviada en las bases de datos automatizadas (y en particular las del Institute for Scientific Information). La consulta a las bases de datos apropiadas es el método adecuado para obtener información sobre las publicaciones de cualquier campo científico.

- El número de citas que recibe un trabajo por parte del resto de la comunidad científica cuantifica el impacto logrado por dicho trabajo.

- El prestigio de las fuentes bibliográficas donde se publican los resultados de las investigaciones representa una medida de la influencia que pueden ejercer los trabajos publicados en ella.

- Las referencias bibliográficas que incluyen los trabajos se han tomado, a menudo, como indicación de su valor científico, y se han usado, a veces, como criterio para el análisis del consumo de información.

Algunas de estas suposiciones están ampliamente justificadas en la mayoría de los casos; otras se cumplen bien en algunos casos, y otras no pasan de dudosas en cualquier caso. Como ocurre en general, los indicadores bibliométricos plantean menos problemas y son menos discutibles cuando se aplican a grandes unidades. Para evaluar unidades pequeñas, como científicos individuales, el simple recuento de los trabajos científicos es, obviamente, insuficiente.

## Tipos de indicadores bibliométricos

Entre los múltiples epígrafes de la ciencia, ésta se puede estudiar bajo tres aspectos: calidad, importancia e impacto científico. Bajo estos aspectos podemos analizar los diversos indicadores bibliométricos.

### 1. Indicadores de la calidad científica

Es el concepto más difícil de determinar, que puede ser calidad cognitiva, metodológica, estética, etc.

Los indicadores a través de los cuales se obtiene información sobre los aspectos de calidad, sólo pueden ser indicadores basados en percepciones (**opiniones de expertos o revisión por colegas**) que juzgan las publicaciones por su contenido científico.

Es un indicador de tipo subjetivo que consiste en solicitar la opinión (generalmente por escrito) de científicos que se consideran especialmente calificados para emitir un juicio sobre el sistema que se evalúa.

Los miembros del Comité Editorial de una revista generalmente recurren a la figura del experto, conocido también como revisor, evaluador o asesor<sup>(21)</sup>. Tan esencial resulta su ayuda que en la actualidad la revisión por expertos se considera el eje fun-

damental de la publicación científica válida, y constituye un índice de la calidad de una revista científica<sup>(22,23)</sup>.

La revisión por colegas se debe organizar de modo que no se desvirtúe, eliminando, en todo lo posible, los sesgos propios de las relaciones interpersonales (simpatías, antipatías, competencia, etc.) y con una adecuada selección de correctores. Se ha observado que la calidad de la revisión es notablemente superior si ésta se efectúa a ciegas<sup>(24)</sup>.

El experto debe tener en cuenta varios aspectos en la evaluación de un artículo: rapidez y puntualidad, actitud positiva e imparcialidad, rigor y proceder sistemático, y honestidad.

Existen varios sistemas de evaluación de un artículo<sup>(23)</sup>. Entre ellos destaca el de las listas de comprobación o «check lists», en las cuales el experto contesta a una serie de preguntas previamente estandarizadas; otra alternativa es la evaluación sistemática de cada una de las partes del artículo.

## 2. Indicadores de la importancia científica

### 2.1. Número y distribución de publicaciones:

Es el indicador bibliométrico básico y más sencillo. Los canales de comunicación de los resultados científicos más comúnmente utilizados son las revistas, pero también son importantes los congresos científicos, las patentes, etc.

Un fenómeno básico de la producción de publicaciones es su crecimiento exponencial. Una característica de gran importancia del crecimiento exponencial de la ciencia es que su ritmo es mucho más rápido que el de la mayoría de los fenómenos sociales.

En la última década, la cantidad de publicaciones biomédicas nacionales ha aumentado de forma significativa<sup>(25)</sup>, de modo que en España se publican actualmente más de 200 revistas de esta índole y, en el mundo, alrededor de 10.000-15.000<sup>(26)</sup>. Este aumento cuantitativo se ha acompañado de un progresivo incremento de la calidad y del impacto de las publicaciones<sup>(27)</sup>.

La circulación de los trabajos médicos se efectúa a través de bases de datos de información bibliográfica, principalmente la nacional mediante IME (Índice Médico Español), y la internacional mediante Medline, Embase, Biosis y Scisearch.

La selección de revistas y de artículos realizada para las bases de datos bibliográficos, automatizadas o impresas, es una labor subjetiva cuya secuencia es la siguiente: 1º) los responsables de las bases (Index Medicus, Biosis, etc.) seleccionan las revistas que a su juicio deben ser examinadas y «vacías» o recensadas; 2º) a su vez, los expertos determinan la calidad de los trabajos publicados por las revistas seleccionadas, calidad que no se refiere exclusivamente al nivel científico de aquéllos, sino también a su idoneidad con la orientación temática de la propia base; y 3º) finalmente, las reseñas bibliográficas de los trabajos «aprobados» por los expertos pasan a engrosar los archivos de las bases automatizadas o en las páginas de las bases impresas.

Aunque la situación va experimentando una lenta pero progresiva mejoría, lo cierto es que el peso específico de las publicaciones españolas en la ciencia biomédica mundial todavía

es bastante escaso. A ello contribuye el hecho de que sólo un número limitado de revistas españolas están incluidas en los índices bibliográficos internacionales: Medline (basado en el Index Medicus), Embase (basado en Excerpta Medica), Scisearch (basado en Current Contents y Science Citation Index), Biosis (basado en Biological Abstracts),...<sup>(28)</sup>.

La inclusión de revistas españolas en bases informáticas de búsqueda bibliográfica es errática (pocas revistas aparecen en todas o casi todas las bases), irregular (en ciertos casos sólo se incluyen artículos seleccionados) y escasa<sup>(29,30)</sup>. El conjunto de trabajos médicos españoles que circulan a través de las distintas bases de datos internacionales se acerca a 10.000, aproximadamente dos tercios del total en revistas españolas y un tercio en revistas extranjeras<sup>(25,26)</sup>.

La dispersión de la información científica es una cuestión de claro interés teórico y de gran importancia práctica. En ocasiones, los trabajos se encuentran concentrados en un número muy reducido de revistas, mientras que en otras se dispersan en una cifra muy elevada. La Ley de Bradford intenta conseguir un ajuste matemático respecto a que las revistas se distribuyen en zonas concéntricas de productividad decreciente en relación con una determinada materia científica. Dichas zonas representarían niveles decrecientes de densidad informativa: cada una contenía un número parecido de artículos mientras crecía de manera constante el número de revistas al pasar de una zona a la siguiente.

## 2.2. Productividad de los autores

De una manera general, y salvando notables excepciones, se puede afirmar que existe una fuerte correlación entre la emi-nencia de un científico y su productividad.

En este sentido es importante la Ley de Lotka<sup>(3)</sup>, tal como ya ha sido referido respecto a la productividad sesgada de los autores. Sobre la base del índice de Lotka se acostumbra a distribuir los autores de un conjunto de publicaciones en tres niveles de productividad: pequeños productores (con un solo trabajo o índice de productividad igual a 0), medianos productores (entre 2 y 9 trabajos e índice de productividad mayor que 0 y menor que 1) y grandes productores (10 o más trabajos e índice de productividad igual o mayor que 1).

## 2.3. Colaboración en las publicaciones: índice firmas/trabajo.

Desde una perspectiva histórica y sociológica, la participación de varios autores en la elaboración de un trabajo es consecuencia de la profesionalización de la comunidad científica. Actualmente la media de firmas por trabajo varía según la materia, pero se puede considerar para ciencias entre 3 y 5<sup>(31)</sup>, lo que refleja que la mayor parte de los trabajos son elaborados por grupos de trabajo. A principios de siglo el 80% de los trabajos científicos tenían una sola firma, mientras que en la actualidad aproximadamente el 80% tienen varias firmas.

La proporción de artículos firmados por varios autores aumenta cuando se trata de trabajos que reciben ayuda económica, lo que apoya la relación entre colaboración y soporte finan-

ciero<sup>(32)</sup>. En el fenómeno de la colaboración entre autores hay que tener en cuenta la naturaleza compleja de la interacción, por lo que el ajuste cualitativo de la contribución de cada uno es extremadamente compleja<sup>(33)</sup>.

La cuestión del orden de firma de los autores es también compleja. Mientras que lo más usual es que firme en primer lugar el investigador principal, el orden de los siguientes no refleja necesariamente el grado de colaboración. Actualmente, debido al empleo masivo del análisis de citas como indicador científico (basado en el Science Citation Index), ha cobrado enorme importancia el figurar como primer autor, ya que dicho repertorio sólo tiene en cuenta al primer firmante del trabajo<sup>(34)</sup>.

Los niveles de participación firmas/trabajo son más altos en las disciplinas básicas que en las aplicadas.

## 2.4. Número y distribución de las referencias de las publicaciones científicas:

Los parámetros básicos que se pueden estudiar usando este tipo de indicador son: a) número de referencias por artículo; b) años de publicación de los trabajos referenciados; c) distribución de las referencias según revistas o áreas científicas.

A partir del célebre estudio de Price titulado «Networks of Scientific Papers»<sup>(1)</sup>, la incidencia de referencias bibliográficas en las revistas científicas ha motivado numerosas controversias que han comprobado la vigencia de un patrón abstracto que sitúa en torno a 15 la media de referencias por trabajo. En las revistas médicas españolas<sup>(35)</sup> el número de referencias/artículo oscila entre 10,19 (Atención Primaria) y 36,09 (Inmunología), siendo la media del conjunto de 20,91.

Respecto a la distribución de las referencias por géneros documentales, en las ciencias sociales y humanas predominan los libros, mientras que en las ciencias experimentales o de la naturaleza, la información se transmite principalmente a través de artículos de revista (80%), seguida de lejos por los libros (aproximadamente 10%) y otros géneros documentales de menor peso específico<sup>(35)</sup>.

Se estima que, de todas las referencias bibliográficas aparecidas en los trabajos científicos, el 50% aproximadamente se distribuye de forma no sistemática entre la totalidad de la literatura anterior; otro 50% se concentra en un número muy reducido de trabajos: según Price este porcentaje de referencias constituye el «frente de investigación» de la disciplina, y sus autores forman parte de los llamados «colegios invisibles».

Son importantes los indicadores correspondientes a la obsolescencia (semiperíodo o «half-life») y al aislamiento («insularity»).

El análisis de los años de publicación de los trabajos referenciados permitirá averiguar la **obsolescencia** o caída en desuso de las publicaciones, cuyo indicador principal es el semiperíodo («half-life») de Burton y Kleber<sup>(36)</sup>. La obsolescencia puede ocurrir por alguna de las siguientes causas: 1) la información es válida, pero ha sido reemplazada por otra más moderna; 2) la información es válida pero en un campo científico de interés decreciente; 3) la información no se considera ya

válida.

El índice global de las revistas médicas españolas (6,59 años) coincide plenamente con el habitual de las revistas médicas internacionales, situado en una posición intermedia entre los valores muy reducidos de semiperíodo en áreas como la física e ingeniería, y las relativamente elevadas de las matemáticas y geología. De las revistas médicas españolas, las que tienen un menor semiperíodo es Atención Primaria (4,75 años) y el de mayor, Angiología (10,10 años)<sup>(35)</sup>. Tenemos así dos tipos de literatura científica: la del frente de investigación o efímera y la de archivo o clásica.

El índice de **aislamiento** («insularity») se refiere al número de referencias del propio país respecto al total de referencias. El índice global de aislamiento en las revistas médicas españolas es de 13,55%, con desviaciones significativas en ambos extremos: en Atención Primaria el 45,74% de las referencias están dedicadas a publicaciones españolas, frente a la revista Inmunología, con tan sólo un 4,03%<sup>(35)</sup>.

El bajo grado de aislamiento que representa un índice global de 13,55% parece, en principio, conveniente para un país de producción científico-médica de segundo rango como España. De todas formas, es ilustrativo compararlo con los de otros países más importantes, como Alemania (16,94%), Francia (15,51%) y Gran Bretaña (37,21%), y también con los de los máximos productores: Japón (11,10%), gran potencia científico-médica con una producción en rápido crecimiento y una apertura extraordinaria, y los Estados Unidos (70,10%), cuyo extremo aislamiento coincide con la llamada «tibetización» o «incomunicación endogámica», generalmente considerada como signo del declive de los imperios.

Los tantos por ciento de citas en revistas españolas de medicina interna y sus especialidades<sup>(35)</sup> correspondientes a Alemania, Francia y, muy especialmente, Italia son desproporcionadamente inferiores al peso de dichos países en la literatura médica circulante en el mundo occidental, a pesar de la cercanía y las cada vez más estrechas relaciones. Por el contrario, los tantos por ciento de citas de los Estados Unidos duplica prácticamente su peso internacional. Esta exagerada dependencia contrasta con el casi total aislamiento de la producción científica de Japón y Europa occidental. Finalmente, y siguiendo el comentario de J.M. López Piñero y M.L. Terrada<sup>(35)</sup>, resulta patético las citas a revistas latinoamericanas, lo que contrasta con la pomposa retórica de la hermandad iberoamericana. Todos estos comentarios son equiparables para las citas en revistas españolas de pediatría<sup>(18)</sup>.

### 3. Indicadores de impacto científico

Desde el trabajo de Krauze y Hillinger<sup>(37)</sup> en los estudios bibliométricos se distingue entre «citas» (que una publicación recibe de otras posteriores) y «referencias» (que una publicación hace de otras anteriores).

El análisis de citas y referencias es uno de los capítulos más desarrollados de la bibliometría, que se utiliza, entre otros objetivos, para estudiar el consumo de información científica en

un país o por parte de un autor, institución, revista, etc. Estos indicadores se apoyan en el supuesto de que los trabajos importantes son usualmente citados, mientras que los irrelevantes se ignoran,... pero la realidad es mucho más compleja.

#### 3.1. Indicador del impacto de los trabajos: número de citas recibidas (procedentes de otras publicaciones posteriores).

Este indicador se ha convertido en la parte esencial de la evaluación de las actividades científicas. Es el más profusamente utilizado y también el más controvertido.

La práctica del análisis de citas recibió un estímulo considerable con la aparición en 1963 de la publicación anual Science Citation Index (SCI), del Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia, que recoge la totalidad de las referencias que figuran en cada uno de los artículos publicados en unas 3.200 revistas científicas multidisciplinares seleccionadas (revistas fuentes) mayoritariamente de lengua inglesa, las cuales según Garfield<sup>(19,38)</sup>, cubren virtualmente toda la literatura científica mundial relevante. El SCI es la fuente de la mayor parte de los indicadores científicos que han sido desarrollados con la aparición subsiguiente de la base de datos CHI (Computer Horizons Inc.)<sup>(34)</sup>.

Las motivaciones de las citaciones se incluyen en tres grandes epígrafes<sup>(39)</sup>: 1) la confirmación del trabajo citado, confirmando o aceptándolo, modificándolo o rechazándolo; 2) el apoyo en dicho contenido como premisa, como prueba adicional, con fines comparativos, o para descartar el interés de la propia investigación; y 3) la relación del trabajo citante con su área de estudios a través del contexto que ofrece el citado.

Otros aspectos a considerar en las citas son: la influencia de las barreras idiomáticas o nacionales<sup>(40)</sup>; el elevado número de citas «perfunctorias», es decir, realizadas a la ligera, por formulismo o para salvar las apariencias<sup>(41)</sup>.

Es sabido que las citaciones que alcanza la investigación básica siempre son superiores a las de la investigación clínica y epidemiológica. También se conoce que los artículos de revisión son los que tienen mayor oportunidad de ser citados<sup>(42)</sup>.

Es difícil predecir en la citación qué proporción se debe a la calidad intrínseca del trabajo citado y cuánto a otros factores como prestigio de la revista citada, prestigio de la institución a la que pertenece el autor, ya que hay que considerar que el fenómeno de la citación está sujeto a modas, fobias, y otras tendencias<sup>(43)</sup>.

A medida que se investiga más en el fenómeno de la citación, menos se entiende por qué se cita un determinado trabajo y no otro. Se indica que, aunque las citas se puedan contar muy fácilmente, no sabemos muy bien qué es lo que se está midiendo. Menos de una tercera parte de las fuentes citadas son consideradas esenciales para los que las citan<sup>(44)</sup>.

El número de citas que recibe un trabajo no es una medida de su calidad científica, sino que más bien indica su visibilidad, uso, difusión o impacto. Aunque varios autores encuentran una correlación positiva entre el número de citas recibidas y la calidad científica: se indica que, en general, los premios Nobel son

citados 30 veces más frecuentemente que los otros investigadores de su campo (consideradas sólo las citas recibidas antes de ganar el premio).

Se demuestra que la distribución citas/autor sigue la Ley de Lotka, pero también que no existe correlación entre los autores más productivos y los más citados.

Más modernamente se han realizado estudios acerca del comportamiento del citante y los motivos que le inducen a citar. T.A. Brooks<sup>(45)</sup> somete a 20 especialistas, de 15 materias distintas, a una encuesta acerca de las razones que les habían impulsado a realizar 437 citas, bajo las siete motivaciones siguientes: 1) actualización («currency»); 2) posición en contra («negative credit»); 3) información instrumental u operativa («operational information»); 4) carácter persuasivo («persuasiveness»); 5) posición a favor («positive credit»); 6) alerta a lectores potenciales («reader alert»); 7) consenso social («social consensus»). Encuentra que el carácter persuasivo es el motivo más importante de citación, si bien se presenta una dificultad adicional en su análisis que consiste en que muchos de los motivos de las citas realizadas son, por decirlo así, «inconfesables».

Según esto, quizá haya que ir pensando en plantear de otra manera las tareas valorativas de revistas o autores o, al menos, no darle tanto peso y significación en este aspecto a los análisis y recuentos de citas.

Desde el punto de vista del lector, las características más importantes del artículo científico son su relevancia, utilidad y disponibilidad. Relevancia indica que la información sea de trascendencia para la investigación que está llevando a cabo el lector; utilidad significa que la información pueda ser aplicada por el lector y disponibilidad alude a que la información pueda ser obtenida fácilmente por el investigador. Estas características perfilan el interés de la información contenida en cada artículo; la medida de estos indicadores de los artículos individuales publicados en una determinada revista indicarían el interés de ésta<sup>(40)</sup>.

Hay que tener en cuenta las razones que intervienen en el proceso referencial de un artículo concreto y deben valorarse las relaciones que puedan existir entre el trabajo que referencia y el referenciado, ya que es el autor del artículo el que elige las citas de otros artículos y en su elección pueden intervenir condicionantes personales ajenos a la relevancia científica<sup>(46)</sup>.

Sin embargo, aunque pueda no haber una correspondencia exacta entre el número de citas de un artículo publicado en una revista y su relevancia, utilidad o disponibilidad, se puede asumir que las referencias a artículos y, por tanto, a revistas, reflejan estas características, de forma que cuanto mayor es el número de citas mayor será el interés de la revista y, por añadidura, de los artículos en ellas publicados. Sin embargo, aunque los artículos poco o nada citados pueden no tener utilidad formal en la producción del conocimiento científico, pueden ser importantes en cuanto a su utilidad social<sup>(6)</sup>.

### 3.2. Indicadores de impacto de las fuentes: factor de impacto de las revistas.

El factor impacto (FI), introducido por Garfield<sup>(47)</sup> supone la

primera medida objetiva, cuantificable y estable de la valoración de una revista en el ámbito científico y, por ello, ha ido ganando aceptación por parte de la comunidad científica, si bien no está exenta de inconvenientes.

A cada revista se adjudicó un FI, que se calcula dividiendo el número total de referencias bibliográficas de dicha revista incluidas en el SCI correspondientes a los dos años anteriores al cálculo por el número total de artículos publicados en dicha revista (originales y notas clínicas) en el mismo período de tiempo<sup>(19)</sup>.

El Journal Citation Reports (JCR) publicado igualmente por el ISI, proporciona anualmente las listas de revistas ordenadas por su correspondiente FI, número de citas recibidas, índice de inmediatez, etc., en función de las citas que han recibido estas publicaciones procedentes de las revistas fuentes del SCI.

Hay que tener en cuenta que la clasificación por FI favorece a las revistas que publican comparativamente pocos artículos de gran extensión, y de hecho, los primeros puestos de la clasificación están ocupados por revistas del tipo «Review, Progress, Advances, ...», mientras que las revistas consideradas tradicionalmente más importantes y prestigiosas ocupan posiciones menos altas en la clasificación por número de citas.

### 3.3. Índice de inmediatez:

Es otro indicador de citas específico para cada revista, publicado regularmente por JCR. De menor importancia que el FI, representa la medida de la «rapidez» con que se citan los artículos de una revista determinada. El índice de inmediatez de la revista considera citas hechas durante el año en el cual fueron publicados los artículos.

### 3.4. Asociaciones temáticas:

- Análisis de citas comunes: Consiste en el cómputo y análisis de los artículos que son citados simultáneamente por otro trabajo, y de la relación que existe entre ellos.

La frecuencia de cocitación mide el grado de asociación entre dos documentos y permite la identificación de especialidades científicas. Los documentos asociados por cocitación se agrupan normalmente en racimos o «clusters», de forma que permite crear mapas acerca de la estructura jerárquica de campos científicos<sup>(48)</sup>. En algunas disciplinas, como la Pediatría, las redes informáticas parecen corresponder a una sólida integración.

El análisis de cocitas se puede usar también para averiguar la estructura de los campos de investigación o especialidades, así como los autores que trabajan en esos temas, la comunicación entre ellos, y la identificación de los frentes de investigación activos o el desarrollo histórico de un área de particular conocimiento. Muy importante es la determinación de los autores que trabajan en la misma especialidad y que forman los llamados «colegios invisibles»<sup>(49)</sup>.

- Análisis de autocitas: Según el tanto por ciento de autocitas (número de referencias de la revista en estudio/número total de artículos), se pueden distinguir entre revistas «abiertas» con porcentajes < 35% (ejemplo, Rev Clín Esp, Gastroenterol

Hepato), revistas «cerradas» con porcentajes > 70% (ejemplo, Actas Dermosifilogr, Allergol Immunopathol), y un tercer grupo «intermedio» con porcentajes entre 35-70%. El global de las revistas médicas españolas se sitúa en un porcentaje de autocitas del 56,92%<sup>(35)</sup>.

- **Análisis de referencias comunes:** Si dos publicaciones poseen una o más referencias comunes se puede decir que están bibliográficamente relacionados («bibliographic coupling») y, por tanto, pertenecen al mismo campo de conocimiento. Cuantas más referencias comunes aparecen en los trabajos, más cercana será la temática de los mismos.

- **Análisis de palabras comunes:** Basado en el análisis de la coocurrencia de las palabras clave usadas en la indización de documentos<sup>(50)</sup>. Este indicador tiene la ventaja, frente a otros indicadores, de que no se limita a los artículos de revista, sino que se puede aplicar a cualquier forma de literatura escrita.

## Limitaciones de los indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos presentan una serie de limitaciones que ponen en duda la total validez y veracidad de los actuales indicadores<sup>(51,52)</sup>.

### 1. Indicadores de calidad científica

Las limitaciones de la **revisión por expertos** son, por una parte, la parcialidad de los científicos que realizan las estimaciones, y por otra, la letalidad de éstos a los campos antiguos, y por consiguiente, mejor reconocimiento a las disciplinas antiguas que a las nuevas.

Algunas de las posibles mejoras de este sistema son el derecho a la réplica de los investigadores revisados; apoyo de expertos de campos vecinos y de otros países; guías claras para todos los expertos sobre el criterio empleado en la evaluación, etc.

### 2. Indicadores de importancia científica

Para medir el crecimiento del conocimiento, el indicador más simple que se puede emplear es el **número de publicaciones**. Para ello hay que asumir que todo el conocimiento obtenido por los científicos se encuentre en esos trabajos, y que cada uno de los trabajos contiene igual proporción de conocimientos: ninguno de los dos aspectos es cierto.

Téngase en cuenta también que los científicos que podríamos llamar de «academia» están fuertemente motivados a publicar para conseguir éxito en su carrera: el lema «publica o perece» es su regla de oro.

Además, el cómputo de las publicaciones: 1) no proporciona idea de la calidad de éstas; 2) ignora otros métodos no formales de comunicación en ciencia que no dan lugar a publicaciones; 3) no tiene en cuenta que las prácticas de publicación varían con el tiempo; 4) existen presiones sociales y políticas que obligan a publicar para ganar curriculum, lo que beneficia la fragmentación de datos para publicar varios trabajos en lugar de uno, y la publicación de un mismo trabajo, con ligeras variaciones, en varias revistas distintas (posibilidad de «fraude cien-

tífico»).

En relación con el **análisis de referencias** se puede clasificar la necesidad de referencias bibliográficas a la hora de acometer la elaboración de un artículo en tres categorías<sup>(53)</sup>: indispensables, importantes y de puntualización. En las dos primeras categorías es indudable la masiva presencia de referencias extranjeras, pero son las menos frecuentes. Sin embargo, para la tercera categoría, es decir, para citas en las que se comparan detalles, hallazgos y casos clínicos, el uso de referencias extranjeras es, en la mayoría de las ocasiones, superflua, obteniéndose de la bibliografía nacional suficiente información.

Debemos tener conciencia de la necesidad de incrementar las citas de revistas nacionales con la intención de incrementar, aunque sea levemente, el FI de nuestras propias publicaciones, que en muchas ocasiones tienen un nivel similar al de muchas extranjeras.

Una de las soluciones, aparte de la decisión personal de cada autor por potenciar la cita de artículos españoles o de publicar artículos punteros en las revistas nacionales, es una mayor exigencia por parte de los Comités editoriales de las publicaciones para exigir una mayor presencia de citas de procedencia española, la confección de un buen Índice Médico Español puesto al día con celeridad, una potenciación de la presencia y uso de las revistas españolas en el extranjero y una mayor insistencia en lograr la indización en todo tipo de bases de datos de las revistas nacionales<sup>(18)</sup>.

### 3. Indicadores de impacto científico

En relación con el **análisis de citas**, aunque para la mayoría de los autores no tienen duda de su utilidad como un indicador bibliométrico, su aplicación práctica no está libre de deficiencias.

Mientras que el impacto de un trabajo demuestra su eficacia y quizá su valor, la falta de impacto no indica necesariamente la inutilidad del mismo, sobre todo porque para ser citado necesita como condición indispensable que esté «disponible» y «visible», es decir, que haya sido difundido suficientemente.

A través de datos obtenidos del SCI, aproximadamente el 25% de los artículos publicados no son citados nunca; el 55% se cita sólo una vez, y sólo el 1% recibe 50 o más citas. Además, del 10 al 20% aproximadamente de todas las citas son autocitas<sup>(54)</sup>.

Por otra parte, la relación entre citas fundamentales del trabajo y superficiales es de 3:2<sup>(41)</sup>. Del 20 al 40% de las citas lo son a artículos que no tienen nada que ver con el que cita. En cambio, otros artículos muy relevantes al tema no se citan nunca, lo que forma parte del fenómeno de obliteración: cuando un trabajo se hace tan genérico en un campo del conocimiento no se cita explícitamente.

Este indicador no se puede usar para comparar científicos de diferentes áreas, pues mientras en bioquímica se producen unas 30 referencias por artículo, por término medio, en matemática sólo se generan 10 referencias, por lo que la probabilidad de ser citados en literatura bioquímica es tres veces mayor que en las

matemáticas.

Hay que destacar también que se produce una considerable cantidad de desviación en las citas que resulta de fallos de memoria, plagios de citas aparecidas en otros artículos sin haberlos leído, la costumbre de no citar fuentes obvias, etc.

Se reconoce que en la literatura científica abundan las siguientes razones para citar<sup>(54)</sup>: sentido de lealtad a colegas próximos, facilidad de acceso a literatura local, presiones políticas y culturales hacia determinados trabajos o países, idiomas más accesibles, etc.

Algo muy cuestionado en el análisis de citas es la alta selectividad del SCI en la elección de las revistas fuente que cubre, unas 3.200, cuando el número de las más regulares, serias y de categoría científica en el mundo se estima entre 10.000 y 15.000. En el citado repertorio las revistas no escritas en inglés están muy poco representadas, por lo que los artículos publicados en idiomas distintos al inglés obtienen menos citas<sup>(34)</sup>.

Desde hace años es evidente que el inglés ha sustituido al francés y al alemán como lengua internacional de difusión científica<sup>(55,56)</sup>. Incluso países de elevado desarrollo científico-técnico como Japón han optado por la difusión de su producción científica en inglés<sup>(55)</sup>. Así, el francés, lengua importante en otros tiempos, ha retrocedido hasta tales extremos que recientemente se ha cuestionado el interés de seguir publicando en francés en el área biomédica<sup>(57)</sup>.

Es una cuestión ampliamente debatida esta conveniencia de publicar o no en inglés las revistas médicas y científicas de países con otros idiomas. Pero no puede olvidarse que el castellano es una lengua en fuerte ascenso como vehículo económico y cultural. En la práctica, además muchas revistas médicas publicadas en inglés no consiguen en absoluto la deseada circulación internacional. Esto es lo que sucede con buena parte de las que actualmente se editan en nuestro país en tal idioma, mientras que de las 4 que encabezan la tasa de circulación internacional, 3 utilizan exclusivamente el castellano (Med Clín, Rev Clín Esp y Rev Esp Cardiol) y una es bilingüe (Rev Esp Fisiol)<sup>(12)</sup>. Pero Río Hortega ya advirtió que no bastaba con publicar en un idioma importante para tener trabajos importantes.

La Unión Soviética, Japón y Alemania son ejemplos típicos de países con producción propia de gran relieve y una comunidad científica abierta a la del resto del mundo. En cambio, los Estados Unidos y Gran Bretaña tienen una producción propia de gran importancia, pero son comunidades científicas poco permeables a lo que no se publique en inglés. España combina una producción nacional modesta con un elevado grado de apertura a la ajena, sobre todo la publicada en inglés, a gran distancia del francés, y se mantiene prácticamente incomunicada con la de otros idiomas<sup>(12)</sup>.

En conclusión, el uso no crítico de los datos derivados del análisis de citas como único criterio o incluso como el más importante, para valorar la literatura científica puede llevar a errores graves, ... por lo que siempre hay que contar con un elemento de incertidumbre.

Entre los inconvenientes del **factor de impacto** cabe citar<sup>(58)</sup>:

- Favorece áreas con un número elevado de investigadores frente a otras que cuentan con un reducido número de ellos;

- Discrimina positivamente a las revistas que publican revisiones frente a las que sólo publican originales;

- Puntúa más a las revistas de lengua inglesa que a las que no lo son, tanto a la hora de su inclusión en el SCI como porque el conocimiento de estas últimas puede ser más tardía; ...

La aparición del Índice de Citas e Indicadores Bibliométricos de Revistas Españolas de Medicina Interna y sus especialidades<sup>(59)</sup> representa un primer paso hacia la medición de lo que podría denominarse **factor de impacto nacional** (FIN), parámetro que por muchas razones sería más lógico que se emplease en sustitución, o al menos en adición, al FI comúnmente utilizado.

El FIN podría definirse como aquella lista de revistas y publicaciones que mayor factor de impacto tienen en España, para lo que sería necesario usar las propias revistas españolas y las extranjeras que más se utilizan. De esta forma el FIN cumpliría fielmente la finalidad que debe tener asignada una catalogación de ese estilo, pues reconocería el verdadero factor de impacto de la literatura médica en este país<sup>(58)</sup>.

### Comentarios finales

De lo visto anteriormente se deduce que la técnica más objetiva de valoración, el simple recuento de publicaciones, es la menos relevante para medir el verdadero avance científico, mientras que la más relevante, el juicio de eminentes científicos en cada materia (opinión de expertos o revisión por colegas), es la menos objetiva.

Entre estos dos extremos figura un gran número de técnicas bibliométricas que, como hemos visto, deberían ser capaces de analizar la ciencia con una objetividad satisfactoria. En cualquier caso, se deben emplear con mucha cautela, y sólo para comparar grupos homogéneos de científicos que trabajen en una misma especialidad. Además, sólo saldrán a la luz aquellos trabajos que hayan sido publicados por los canales normales, principalmente revistas científicas, que a su vez hayan sido recogidas y difundidas en las bases de datos correspondientes.

Sería muy conveniente, y a ello habrá que dedicar los esfuerzos necesarios, lograr la inclusión de más revistas biomédicas españolas en el SCI, pues de ello se derivaría un beneficio inmediato tanto para cada una de las incluidas como para todas en conjunto por el elevado número de citas cruzadas que entre ellas se otorgan<sup>(35,60)</sup>.

Son frecuentes las voces que reflexionan con mayor profundidad sobre los usos de los indicadores bibliométricos en la evaluación profesional. A veces se simplifica en exceso: puesto que no podemos o sabemos valorar todo lo que deberíamos valorar de esta persona o grupo, fijémonos en el FI bibliográfico. M. Porta y cols.<sup>(61)</sup> critican la utilización de los indicadores bibliométricos como un «juguete» de distracción y consuelo, especialmente torpe en juzgar el genuino valor del trabajo clínico, sanitario, docente e investigador.

Sólo el conocimiento y análisis crítico de los distintos indicadores bibliométricos nos permitirá realizar un estudio más ri-



guroso de la actividad científica.

## Bibliografía

- 1 Price DJS. Network of scientific papers. *Science* 1965; **149**:510-515.
- 2 Moravcsik MJ. ¿Cómo evaluar la ciencia y los científicos? *Rev Esp Doc Cient* 1989; **12**:313-325.
- 3 Lotka AJ. The frequency distribution of scientific productivity. *J Wash Acad Sci* 1926; **16**:317-323.
- 4 Prins Ad AM. Behind the scenes of performance: performance, practice and management in medical research. *Res Policy* 1990; **19**:517-534.
- 5 Courmand A. The code of scientist and its relationship to ethics. *Science* 1977; **198**:699-705.
- 6 Sikorav JL. The utility of scientific papers. *Scientometrics* 1991; **21**:49-68.
- 7 López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (I). Usos y abusos de la bibliometría. *Med Clín (Barc)* 1992; **98**:64-68.
- 8 Sancho R. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Rev Esp Doc Cient* 1990; **13**:842-865.
- 9 López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (IV). La aplicación de los indicadores. *Med Clín (Barc)* 1992; **98**:384-388.
- 10 Terrada ML, Peris Bonet R. Bibliometría de la literatura pediátrica española (1974-1981). *An Esp Pediatr* 1982; **17**(Supl 14):105-114.
- 11 López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (III). Los indicadores de producción, circulación y dispersión, consumo de la información y repercusión. *Med Clín (Barc)* 1992; **98**:142-148.
- 12 López Piñero JM, Terrada ML. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (II). La comunicación científica en las distintas áreas de las ciencias médicas. *Med Clín (Barc)* 1992; **98**:101-106.
- 13 Haba Ejarque J. Análisis bibliométrico de las publicaciones españolas sobre cardiología (1979-1983). Valencia: Tesis doctoral, 1990.
- 14 López Camps V. Análisis bibliométrico de las publicaciones de medicina intensiva (1980-1984). Valencia: Tesis doctoral, 1987.
- 15 Osca Lluch J. Análisis bibliométrico de las publicaciones españolas de psicología (1978-1982). Valencia: Tesis doctoral, 1987.
- 16 Salazar Cifre A. Análisis bibliométrico de los trabajos publicados en España sobre salud pública y medicina social (1978-1982). Valencia: Tesis doctoral, 1986.
- 17 González de Dios J, Moya M. Estudio bibliométrico de «Anales Españoles de Pediatría» (Década 1984-1993) I: Análisis de los artículos publicados. *An Esp Pediatr* 1995; **42**:2-10.
- 18 González de Dios J, Moya M. Estudio bibliométrico de «Anales Españoles de Pediatría» (Década 1984-1993) II: Análisis de las referencias bibliográficas. *An Esp Pediatr* 1995; **42**:11-18.
- 19 Garfield E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science* 1972; **178**:471-499.
- 20 Cawkell AE. Evaluating scientific journals with «Journal Citation Reports». *J Am Soc Inform Sci* 1978; **29**:41-46.
- 21 Pulido M. La mecánica del proceso editorial. Autor, editor y revisor. *Med Clín (Barc)* 1984; **82**:494-495.
- 22 Lock S. La revisión de los manuscritos. *Med Clín (Barc)* 1992; **98**:304-305.
- 23 Hargens LL. Variation in journal peer reviews systems. *JAMA* 1990; **263**:1348-1352.
- 24 McNutt RA, Evans AT, Fletcher RH, Fletcher SW. The effects of blinding on the finality of peer review. A randomized trial. *JAMA* 1990; **263**:1371-1376.
- 25 Pulido M. Ética y comunicación biomédica. *Med Clín (Barc)* 1988; **91**:218-219.
- 26 Jorda-Olives M. Documentación biomédica: estructura y funcionamiento de la base de datos bibliográficos. *Med Clín (Barc)* 1991; **97**:265-271.
- 27 Feliu E. Confidencias de un redactor de una revista biomédica. La experiencia en Medicina Clínica. *Med Clín (Barc)* 1995; **104**:271-276.
- 28 Baños JE, Casanovas L, Guardiola E, Bosch F. Análisis de las revistas biomédicas españolas mediante el factor de impacto. *Med Clín (Barc)* 1992; **99**:96-99.
- 29 De la Cueva A, Mellado E, Amat CB. Difusión de las revistas médicas españolas a través de cinco sistemas internacionales de recuperación de la información científica en 1984. *Med Clín (Barc)* 1985; **85**:856-857.
- 30 Guardiola E. ¿Qué revistas españolas están incluidas en índices biomédicos internacionales? *Med Clín (Barc)* 1990; **94**:197-198.
- 31 Canela Soler J, Ollé Goig JE. Muchos y bien avenidos: El número de autores en revistas clínicas. *Med Clín (Barc)* 1987; **89**:592-594.
- 32 Heffner AG. Founded research multiple authorship and subauthorship collaboration in four discipline. *Scientometrics* 1981; **3**:5-12.
- 33 Subramanyan K. Bibliometric studies of research collaboration. A review. *J Inform Sci* 1983; **6**:33-38.
- 34 Gervas TT, Pérez Fernández MM, García Sagredo P. Science Citation Index: posibilidades y utilización. *Med Clín (Barc)* 1990; **95**:582-588.
- 35 López Piñero JM, Terrada ML. El consumo de información científica nacional y extranjera en las revistas médicas españolas: un nuevo repertorio destinado a su estudio. *Med Clín (Barc)* 1994; **102**:104-112.
- 36 Burton RE, Kleber RW. The «half-life» of some scientific and technical literatures. *Am Doc* 1960; **11**:18-22.
- 37 Krauze TJ, Hillinger C. Citation, references and the growth of scientific literature. A model of dynamic interaction. *J Am Soc Inf Sci* 1971; **22**:332-336.
- 38 Garfield E. Significant journals of Science. *Nature* 1976; **264**:609-615.
- 39 Amsterdamska O, Leyderdorff L. Citations: indicators of significance? *Scientometrics* 1989; **15**:444-471.
- 40 Vinkler P. Possible causes of differences in information impact of journals from different subfields. *Scientometrics* 1991; **20**:145-162.
- 41 Moravcsik MJ, Murugesan P. Some results on the function and quality of citations. *Soc Stud Sci* 1975; **5**:86-92.
- 42 Folly G, Hajtman B, Nagy JI, Ruff I. Some methodological problems in ranking scientists by citation analysis. *Scientometrics* 1981; **3**:135-147.
- 43 Dieks K, Chang H. Differences in impact of scientific publications: some indices derived from a citation analysis. *Soc Stud Sci* 1976; **6**:247-267.
- 44 Prabha CG. Some aspects of citation behaviour. A pilot study in business administration. *J Am Soc Inf Sci* 1983; **34**:202-206.
- 45 Brooks TA. Evidence fo complex citer motivations. *J Am Soc Inf Sci* 1986; **37**:34-36.
- 46 Garfield E, Welljams-Dorot A. The impact of fraudulent research on the scientific literature. *JAMA* 1990; **263**:1424-1426.
- 47 Garfield E. Journal Citation Reports. A bibliometric analysis of references. Annual V.9. Institute for Scientific Information. Philadelphia,

- 1976.
- 48 Small H, Sweeney E, Greenlee E. Clustering the science citation. Index using co-citations. II Mapping Science. *Scientometrics* 1985; **8**:321-340.
  - 49 Crane D. Social structure in a group of scientists: a test of the «invisible college» hypothesis. *Am Sos Rev* 1969; **34**:335-352.
  - 50 Courtial JP. Qualitative models, quantitative tools and network analysis. *Scientometrics* 1989; **15**:527-539.
  - 51 King JA. A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. *J Inf Sci* 1987; **13**:261-276.
  - 52 Nigel Gilbert G. Measuring the growth of science. A review of indicators of scientific growth. *Scientometrics* 1978; **1**:9-34.
  - 53 Blasco Casares FJ, Pinsach Elías L. Revisión crítica de las referencias bibliográficas de «Archivos Españoles de Urología». *Arch Esp Urol* 1993; **46**:1-5.
  - 54 Gaillard J. ¿Es visible la ciencia del Tercer Mundo?. *Mundo Científico* 1989; **9**:764-768.
  - 55 Villar J. El inglés, idioma internacional en Medicina. *Med Clín (Barc)* 1988; **91**:23-24.
  - 56 Garfield E. Which medical journals have the greatest impact? *Ann Intern Med* 1986; **105**:313-320.
  - 57 Olivier C, Casseyre P, Vayssairat M. Future of Frenchlanguage journals. *Lancet* 1989; **2**:222.
  - 58 Blasco Casares FJ. Sobre las revistas médicas españolas de especialidad. *Med Clín (Barc)* 1995; **104**:423-425.
  - 59 Terrada ML, López Piñero JM, Aleixandre R, Zorrilla V, Mota A, Giménez Sánchez JV. Índice de Citas e Indicadores Bibliométricos de Revistas Españolas de Medicina Interna y sus especialidades, 1990. Barcelona: Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia. Doyma, 1992.
  - 60 Dotu Roteta JA. Medicina Clínica: hacia su definitiva consagración internacional. *Med Clín (Barc)* 1995; **104**:15-16.
  - 61 Porta Serra M, Bolumar F, Alonso J, Alvarez-Dardet C. Encerrados en un solo juguete. *Med Clín (Barc)* 1994; **103**:716-717.