

### **La evaluación de la actividad científica: Indicadores bibliométricos**

*Yuly Suárez Colorado*

*Oskarly Pérez-Anaya*

#### **4.1 Introducción a los Indicadores Bibliométricos**

El proceso de una investigación científica es comparable a los modelos económicos de costo-beneficio, por lo que es susceptible de ser cuantificado (González de Dios, Moya & Hernández, 1997). Un ejemplo, son las inversiones iniciales en la ciencia, basadas generalmente en la compra de equipos y contratación de personal; no obstante, esto no significa que la evaluación de los procesos científicos esté resuelta, puesto que los factores que allí intervienen corresponden a un complejo mecanismo que sustentan las tareas del desarrollo de una investigación. La necesidad de distribuir adecuadamente los recursos, ha impulsado la evaluación de la actividad científica y el impacto de la misma en la sociedad, así Price (1965), estableció una relación entre el crecimiento científico y el aumento de producción, dando origen a la ley del crecimiento exponencial de la ciencia.

Adicional a la distribución de recursos, la construcción de una política nacional o institucional para la ciencia requiere de la evaluación de la actividad científica. La calidad, impacto y producción científica pueden ser una perspectiva con un trasfondo de subjetividad que implican dificultades en su evaluación (Gómez & Bordons, 2009), sin embargo, existen importantes esfuerzos por medir objetivamente el estado de la ciencia en el mundo.

Para cumplir con este objetivo, la cienciometría permite el estudio cuantitativo de la actividad científico-técnica como disciplina o como actividad económica, así también analiza las políticas de la ciencia desde una visión económica y social (Araújo & Arencibia, 2002). A través de técnicas métricas, la cienciometría permite el desarrollo de las políticas científicas de un país u organización, al examinar: el crecimiento cuantitativo, el desarrollo de las disciplinas, ciencia y tecnología, vigencia de paradigmas científicos, estructura de comunicación, productividad, innovación, desarrollo científico y crecimiento económico (Araújo & Arencibia, 2002; Lotka, 1926).

Mientras tanto, la bibliometría (*bibliometrics*) estudia la comunicación escrita desde la producción, difusión, uso, además del desarrollo de las disciplinas con el fin de realizar pronósticos útiles para la toma de decisiones en los procesos científicos, a través de medidas matemáticas-aritméticas, técnicas de recuento y análisis (Pritchard, 1969). Los antecedentes de esta disciplina se ubican en la bibliografía estadística, y su primer ejercicio conocido estuvo a cargo de Cole y Eales (1917), quienes examinaron publicaciones de anatomía comparada entre 1550-1860, de acuerdo con la distribución por países y divisiones de reino animal, posteriormente Hulme (1923), analizó la historia de la ciencia, y Gross (1926) estudió artículos de revistas indexadas sobre Química (Pérez-Matos, 2002).

En la actualidad se puede observar cómo los análisis bibliométricos analizan elementos de las publicaciones/comunicaciones científicas como el tamaño, crecimiento y distribución de los escritos científicos, así como de los grupos de investigación (Gauthier, 1998; López-Piñero & Terrada, 1992; Louzada & Carioca, 2011; Peralta, Frías & Gregorio, 2015; Rehn & Kronman, 2008; Sancho, 1990; Terrada & Peris, 1989). Generalmente, estos análisis incluyen la forma de selección de publicaciones, las características temáticas, identificación de países, instituciones, autores, idiomas, entre otros (Spinak, 1996), no obstante, la bibliometría también se ayuda de los indicadores bibliométricos para medir principalmente la calidad, producción, e impacto.

Los indicadores bibliométricos ofrecen un método estándar para la medición del desarrollo científico, aunque algunos críticos insisten en las debilidades como herramientas de evaluación al medir únicamente la producción y el impacto, pero no realmente la calidad de los procesos de investigación (Prins, 1990; Rueda-Clausen, Villa-Roel, & Rueda-Clouse, 2005). No obstante, los indicadores generan información relevante sobre el proceso de investigación, volumen, evolución, visibilidad, estructura, actividad-producción, e influencia (Spinak, 1998), sobre todo permiten a la institucionalidad unificar criterios para las decisiones técnicas, administrativas y políticas (Gallagher & Barnaby, 1998).

Esta necesidad de medición de la producción científica es proporcional al aumento de investigadores comprometidos con la divulgación de sus resultados de investigación a través de publicaciones no periódicas –libros, informes, folletos– o periódicas y de circulación limitada –revistas científicas o divulgativas– (López-Piñero & Terrada, 1992; Sikorav, 1991) especialmente porque la producción bibliográfica es un

requerimiento para la promoción profesional, pero además porque es una obligación científica comunicar a la colectividad (Cournand, 1977). El conocimiento científico alcanza relevancia cuando finalmente se trabaja en la difusión del nuevo conocimiento y su apropiación social, solo de esta forma se contribuye con el avance de la ciencia y por consiguiente al desarrollo social-económico de una región (Bordons, 1999; Camps, 2008).

## 4.2 Clasificación de los Indicadores bibliométricos

Existe una diversa tipología de los indicadores bibliométricos debido a la amplia cualidad de información que pueden proporcionar (López & Terrada, 1992; Moravcsik, 1989; Sancho; 1990). Los indicadores podrían informar sobre el crecimiento de un campo científico de acuerdo con la variación cronológica y número de publicaciones; el envejecimiento de los campos de acuerdo con las vida media de las referencias de la producción bibliográfica; la evolución cronológica de la producción de acuerdo con los años; la productividad de autores-instituciones; la colaboración entre científicos-instituciones; el impacto o visibilidad de las publicaciones de acuerdo con la citación; el análisis y evolución de las fuentes; y la dispersión de las publicaciones entre fuentes. En este sentido, pueden categorizarse dentro de aspectos como: calidad, importancia e impacto científico (Alonso-Arroyo, Cabrini & Tannuri de Oliveira, 2013; Rodríguez-Yunta, 2014; Rueda-Clausen et al, 2005).

*Indicadores de calidad científica o de percepción.* Sin duda alguna, son los más difíciles de establecer, teniendo en cuenta que son resultado de opiniones de expertos o eruditos en determinada disciplina para evaluar el texto científico en aspectos cognitivos, metodológicos, estéticos, entre otros.

Sin embargo, por naturaleza humana las percepciones de los evaluadores pueden estar alineadas a la subjetividad (González et al., 1997).

Precisamente este es uno de los indicadores más importantes para las revistas científicas, quienes consideran la revisión de expertos un principal indicio de la validez de una publicación y las bases e índices bibliográficos o citacionales, lo resaltan como un factor de calidad en una revista. El proceso inicia con la revisión de la trayectoria académica, para posteriormente contactar por escrito, sea invitación formal o por correo electrónico al experto o persona cualificada quién emitirá un juicio sobre el texto a evaluar (Lock, 1992; Pulido, 1984).

Es importante en este proceso tener en cuenta dos parámetros fundamentales que garantizan una mayor objetividad que valida la evaluación. Primero, debe eliminarse en todo lo posible la intervención de relaciones interpersonales que puedan afectar para bien o mal el veredicto final (Hargens, 1990; Lock, 1992) y segundo, la evaluación se realiza a ciegas por una sola de las partes o de ambas (doble ciego). En todo caso el evaluador-experto debe tener en cuenta: puntualidad, disposición positiva, imparcialidad, rigurosidad y la más importante, la honestidad.

La evaluación de calidad por expertos generalmente se acompaña de listas de comprobación o de chequeo, con el fin de cuantificar las percepciones del experto a través de criterios, y adicionalmente, comentarios que justifiquen la puntuación/selección o comentarios a lo largo del texto de evaluación. Sin embargo, existen diversas formas de evaluación (Hargens, 1990).

*Indicadores de producción o de actividad científica.* Los indicadores de la producción o actividad generalmente consisten

en una evaluación cuantitativa o de recuento, principalmente proveniente de las revistas y en menor proporción de congresos científicos, simposios, patentes, entre otros (Bordons & Zulueta, 1999). La producción se caracteriza por su crecimiento exponencial, por ejemplo, Colombia registra desde 2006 tres veces más publicaciones, acompañado de la calidad y del impacto internacional, gracias a bases de datos como Redalyc Scielo, Redib, Dialnet, etc., especialmente por ser bases latinoamericanas de acceso abierto; y aún más, por el posicionamiento en Scopus del 15% de las revistas nacionales durante el primer semestre del 2017.

*Productividad de los autores.* La productividad de los científicos puede ser cuantificada a través del índice de Lotka en tres niveles: pequeños productores (<1 producto), medianos productores (2–9 productos > 0) y grandes productores (más de 10 productos > 1).

*Producción Temática.* Análisis de los tópicos de la producción científica. Los mecanismos para analizar los contenidos pueden ser: a) descriptores: análisis de las palabras clave y relacionarlos según la ocurrencia, representado en gráficos o mapas que describan las asociaciones. b) palabras significativas en títulos o textos. c) clasificaciones para insertar en tesauros (Padilla, 2016).

*Número y distribución de las referencias de las publicaciones científicas.* Los lineamientos fundamentales se enfocan en el número de referencias por artículo, años de publicación, y distribución de las referencias de acuerdo con revistas o áreas científicas (González et al, 1997; López Piñero & Terrada, 1994).

*Colaboración en las publicaciones.* Este índice se obtiene al contar los autores firmantes por trabajo. La realización de esta actividad permite determinar la dinámica y la cooperación cien-

tífica intra e interespecífica en los grupos de investigación. La colaboración entre investigadores es un mecanismo complejo en la medida que la interacción de varios investigadores en función de un mismo trabajo, demanda un mayor esfuerzo en la producción, pero sin duda eleva la calidad de los textos científicos, puede propiciar un mayor impacto de los resultados de investigación, y evidencia el desarrollo profesional del capital humano para la investigación (Subramanyan, 1983).

Generalmente, el promedio de autores o firmas se encuentra entre tres y cinco, pero este número es dependiente del área del conocimiento, y de los mecanismos de financiación de los estudios (Canela & Ollé, 1987; González et al., 1997). Al respecto, este número de firmas es más común en las disciplinas básicas que en las aplicadas y el número de autores en un artículo se incrementa cuando reciben ayuda económica, lo que resalta la relación entre apoyo financiero y la colaboración. Otro punto crítico a tener en cuenta en este indicador es el del orden de los autores, suele el investigador principal ubicarse de primero y el orden de los siguientes autores no reflejar el grado de colaboración, pero finalmente es el primer autor el de mayor importancia debido a su participación en los actuales análisis masivos de citas como indicador científico (Science Citation Index).

$$IC = \frac{\sum_{i=1}^n j_i n_i (n - 1)}{N}$$

*Siendo  $J_i$  = total de documentos con múltiples autores;  $n_i$  = total de documentos con autores o equipos cooperantes;  $N$  = total de documentos*

*Conexión entre autores.* Estudio de referencias bibliográficas que un trabajo hace a otro, y análisis de citas que este recibe del anterior. Estos datos suelen ser de gran importancia,

porque sirven de insumo para el cálculo de índices como el de obsolescencia o envejecimiento, vida media y detección de afiliación institucionales invisibles.

*Índice de transitoriedad.* Permite la evaluación de la producción de los autores que publican un solo trabajo en una temática específica, también llamados ocasionales o transitorios (Price, 1963). Se representa con el porcentaje de publicaciones que corresponde a los autores ocasionales o transitorios, distinguiendo entre autores permanentes (Padilla, 2016).

*Índice de multiautoría o de productividad fraccionaria.* El índice consiste en el recuento del número de autores de cada uno de los estudios. Si un autor tiene un trabajo con seis colaboradores, otro con tres y otro solo, tendría un índice de productividad fraccionaria de:  $1/6 + 1/3 + 1 = 0.16 + 0.33 + 1 = 1.49$  (Padilla, 2016).

*Índice institucional.* Está determinado por la afiliación institucional a la cual se está asociado o vinculado. Este índice permite evaluar el comportamiento de los patrones de productividad entre las distintas instituciones (Padilla, 2016).

*Índices de Consumo de la Información.* Los índices de consumo analizan las referencias para determinar vigencia u obsolescencia.

*Vida media semiperiodo, o envejecimiento.* Se considera que la producción puede convertirse obsoleta cuando deja de tener impacto y difusión. Burton & Kleber (1960), estiman el concepto de vida media o semiperiodo (*half-life*), analizando las referencias bibliográficas distribuidas por años de procedencia, teniendo en cuenta las publicaciones citadas. Si no aumenta el número medio de referencias por artículo, el semiperiodo o vida media será más corto cuanto más rápido sea el crecimiento de la ciencia en ese campo.



*Índice de semiperiodo corregido.* Line (1970), considera el factor de crecimiento de la literatura científica, es decir, el semiperíodo o vida media será más corto cuanto más rápido sea el crecimiento de la literatura, al citar los artículos más recientes.

*Obsolencia.* Cantidad de años que transcurren desde la publicación, en el cual se presume que las citas disminuyen un 50% en relación a su valor inicial; otra definición empleada y preferida por algunos científicos por su fidelidad con el concepto estadístico, es el de mediana de la antigüedad de las citas. La caducidad bibliográfica en las distintas áreas del conocimiento está supeditada a la velocidad con la que avanza la investigación en cada una de ellas, y esto es un factor determinante de la rapidez con que se citan los manuscritos (Bordons & Zulueta, 1999; De Vito, 2006). Price (1965), considera la “ley de envejecimiento y obsolescencia de la literatura científica o de crecimiento exponencial”, según la cual el número de citas que reciben las publicaciones se divide por dos, cada trece años.

$$Ut=a^t$$

Siendo  $t$ = tiempo en años;  $a^1$ = factor de envejecimiento

*Índice de aislamiento.* Este índice corresponde al número de referencias del propio país en que se publica el artículo o revista, respecto a la sumatoria del total de las referencias. Refleja el grado de aislamiento o apertura al exterior de un país. Este índice debe interpretarse con precaución teniendo en cuenta el nivel de producción científica de un país (Nake, 1979).

$$Vmt = K + \frac{a - a1}{a2 - a1}$$

*Siendo K=número de años para acumular el 50% de la literatura activa; a= 50% literatura activa; a<sup>1</sup>= porcentaje acumulado antes del 50%; a<sup>2</sup>= valor acumulado posterior del 50%.*

*Índice de Price.* La proporción del número de referencias menor a cinco años de antigüedad, respecto al total de referencias. Las revistas que publican artículos sobre campos muy dinámicos suelen tener un índice de Price alto.

$$IO + \frac{\text{documentos} - 5 \text{ años} \times 100\%}{\text{Total}}$$

***Indicadores de Circulación y Dispersión.*** Estos indicadores evalúan la circulación de la información científica en bases de datos bibliográficas e identifican el centro de las publicaciones (Padilla, 2016).

*Indicadores de circulación.* a) Número de trabajos circulantes; b) El índice de productividad circulante: logaritmo del número de trabajos circulantes en una base de datos; c) El índice de circulación que es el resultado de la división entre el número de trabajos circulantes y el número de trabajos publicados (Padilla, 2016).

*Indicador de dispersión.* A partir de la “ley de la dispersión de la literatura científica” de Bradford (1948), se clasifican las revistas de acuerdo con su productividad según su temática, determinación de las zonas en las que se encuentran las revistas, distribuciones correspondientes a una materia en general o a un tema determinado (Padilla, 2016).

*Indicadores basados en el impacto científico.* Al hablar de impacto científico es hablar indiscutiblemente de citas (la que recibe una publicación de otras que se publican *a posteriori*) y referencias (la que hace una publicación de otras que se han

publicado *a priori*); el análisis de estas es uno de los temas más explorados de la bibliometría, ya que permite vislumbrar el consumo de información científica en una institución, región, país o comunidad académica. En resumidas cuentas, estos indicadores se basan en el supuesto de que las publicaciones más importantes son las más citadas, mientras que las menos citadas son irrelevantes; aunque esta realidad es más compleja que esas simples tesis (Amsterdamska & Leydesdorff 1989).

Cuando se presenta una citación, ésta seguro se ha dado por alguno de los siguientes aspectos: el respaldo, confirmación o la aceptación del trabajo citado por quien lo cita; otro caso que se presenta es cuando se interpreta el contenido como una premisa, aporte adicional, comparativo o que se pretenda retirar el interés de la publicación en cuestión, y por último la relación temática que tiene el trabajo a publicar, con el trabajo a citar o citado (Camps, 2008). A lo antes expuesto hay que añadirles dos casos más, la diferencia idiomática que para autores que apenas inician su vida investigativa se presenta como una barrera, y las citas de tipo “agregadas” que normalmente son integradas en los escritos por cumplir una norma o para guardar las apariencias.

Sin objeción alguna, las investigaciones de ciencias básicas o que exponen conceptos son las más citadas, un ejemplo de ello son los artículos de revisión; en todo caso es difícil pronosticar qué proporción de las citas se debe a la calidad *per se* del estudio, la trascendencia del autor, el prestigio de la revista en que se publica, etc.

Cada vez que se adentra más en el tema de las citaciones, pareciera que menos se comprende el porqué de citar un trabajo y otro no; es decir que, aunque las citas puedan contarse fácilmente, no se sabe qué es lo que se está midiendo

exactamente, pero en lo que sí están de acuerdo muchos teóricos es que representa más visibilidad que calidad (Molina et al. 2011).

*Índice de inmediatez.* Su cálculo permite conocer la precocidad con la que los artículos publicados en una revista, son citados en el mismo año en que se publican. Su análisis se basa en la relación de citas recibidas en el año del cálculo y los artículos que se han publicado en ese mismo periodo. Solamente se tienen en cuenta los artículos con “peso científico” como de investigación, revisión, notas, etc., por el contrario, no se tienen en cuenta editoriales, cartas al editor, ponencias, entre otros.

El valor de este índice puede afectarse por el retraso de publicación y la frecuencia de la misma, dado que no todas las revistas tienen un mismo período de publicación y difusión en la comunidad científica.

$$\text{Índice de inmediatez} = \frac{\text{citas}}{\text{número de artículos publicados}}$$

*Factor de impacto (FI).* Catalogado por muchos teóricos como la primera medida bibliométrica de carácter objetiva y cuantificable de las revistas científicas, razón que le ha otorgado mucha aceptación por gran parte de la comunidad científica, aunque como todo lo que ocurre en esta disciplina no se encuentra exento de críticas e inconvenientes. Se calculan con los datos recogidos por el ISI (Information Sciences Institute) de la plataforma WoS y se muestra a través de la base de datos Journal Citation Report; este factor se obtiene luego de dividir el número total de citaciones de una revista, por el total de los artículos publicados en ese mismo periodo de tiempo.

$$FI = \frac{\text{Nº veces que fueron citados los artículos publicados en el 2014 y 2015}}{\text{Nº de artículos publicados por la revista en el 2014 y 2015}}$$

El factor de impacto es sencillo, amplio y de rápida disponibilidad, resulta útil para que las revistas evalúen su desempeño en un periodo de dos años, sin embargo, tiene sus limitaciones, entre ellas: difiere de acuerdo con las disciplinas de las revistas, el número de revistas del ISI es pequeño en relación con el total de las revistas científicas; privilegia mayormente la investigación original; no tiene en cuenta las autocitas; los errores son comunes en las listas de referencia; no tiene en cuenta las condiciones sociales de cada país; se favorecen las publicaciones en el idioma inglés y aquellas cuyo campo temático se orienta hacia las investigaciones en ciencias médicas; favorece a las revistas que publican menor número de artículos de gran extensión.

Este indicador permite que las revistas más prestigiosas se posicionen por el número de citas, y su uso no está diseñado para evaluar la productividad de los investigadores, de forma que existe en la actualidad un uso inadecuado del indicador.

*Índice H.* Elaborado por el profesor Jorge Hirsch y presentado en el año 2005 a la comunidad científica; consiste en tomar cada uno de los trabajos de un autor o revista y ordenarlos de mayor a menor en función de las citas que recibe cada artículo. El valor de ese orden se convierte en el índice H del investigador o de la publicación, solo cuando el número de citas recibidas es igual y no menor al número del orden. En palabras más sencillas, el índice H es el mayor número H, de forma que H publicaciones se han citado al menos H veces (Braun, Glänzel & Schubert, 2005; Glänzel & Persson, 2005; Salgado & Páez, 2007).

*Factor de impacto a cinco (5) años.* Se calcula como el factor de impacto original, pero sobre cinco años en lugar de dos.

*Índice de citas.* Funciona como un parámetro del efecto y expansión de la literatura científica, es necesario aclarar que el impacto no indica calidad. Se calcula multiplicando el número de citas recibidas por el total de documentos publicados.

*Índice de Influencia de las revistas.* Propuesto por Pinsky y Narin (1976), evalúa la influencia y visibilidad de la revista, basado en el recuento de las citas. Este índice está determinado por el prestigio científico, amplitud de circulación, disponibilidad, grado de especialización, país de origen, idioma, etc.

*Índice de actualidad temática.* Analiza el valor de las citas bibliográficas en comparación con otros índices como el Índice de inmediatez (Kidd, 1990).

*Índice de autocitación.* Se estima a través del porcentaje de autocitas de un autor en sus publicaciones, respecto al total de citas del autor, también se aplica para las revistas a partir de la proporción o total de citas que hace una revista de ella misma en una publicación. Es necesario que en el análisis de citas se tengan en cuenta las autocitas, citas del grupo de trabajo que inflan la citación del autor, citas positivas y negativas, citas incompletas, visibilidad de las publicaciones, prestigio del autor, proximidad del autor con el equipo editorial de las revistas, citas con igual valor, entre otras (Padilla, 2016).

*Coficiente general de citación.* Es un recuento de la citación del autor en publicaciones, el coeficiente se establece a través del JCR en las bases de datos de WoS. Se rastrea por medio del nombre de autor y proporciona un resumen del documento. Este índice, generalmente se utiliza para otorgar razones para citar a un autor, acreditar publicaciones, desarrollo científico a partir de trabajos previos, soporte, demostrar difusión, críticas a trabajos, corroborar resultados (Padilla, 2016).

*Índice de visibilidad.* La visibilidad no corresponde a la citación directa, dado que la visibilidad tiene un ritmo más lento que el número de citas, de modo que un autor productivo no equivale al más citado. Se puede definir como el logaritmo de citas en un periodo determinado (Platz, 1965).

*Eigenfactor® Score (EF).* Desarrollado por el laboratorio Bergstrom en el departamento de Biología en la Universidad de Washington, evalúa la influencia o repercusión de la revista. Los cálculos se realizan dentro de un período de 5 años de actividad de citas, sin incluir las autocitas, a partir de la información del JCR y desde la teoría de redes. La puntuación es proporcional con el impacto total de una revista, proporcional a la citación y vista de las revistas por los investigadores (Padilla, 2016).

*Article Influence® Score (AI).* Similiar al Eigenfactor® Score (EF) con la diferencia que se considera el número de artículos de la revista. Se calcula dividiendo el EF por el número de artículos de la revista durante el periodo de referencia de 5 años. Este índice permite estimar la influencia de un artículo después de cinco años de ser publicado (Padilla, 2016).

*Essential Science Indicators.* Desarrollado por Thomson and Reuters, establece los rankings de citaciones por científico, institución, país y revista. Esta evaluación contribuye a la medición del desempeño científico y al descubrimiento de las tendencias en investigación científica (Padilla, 2016).

*Google Scholar Metrics.* El indicador permite medir el impacto de las 100 primeras revistas del mundo de acuerdo con el idioma y publicación. Este ranking se fundamenta en el índice H de las revistas, calculado por los artículos publicados en los últimos cinco años. Google Scholar Metrics, incluye revistas con mínimo 100 artículos publicados durante cinco años, y

con alguna citación, se excluyen las revistas con índice  $H=0$  (Padilla, 2016).

*Cuartil.* Indicador empleado generalmente para complementar el factor de impacto o el índice H. Consiste en la posición que ocupa una revista en relación con las revistas de su área, es decir, al dividir en cuatro partes iguales un listado de revistas ordenadas de forma decreciente cada parte será un cuartil. Las revistas que presenten valores más altos se ubicarán en el primer cuartil y así sucesivamente hasta llegar al cuartil cuatro de menor rango (Padilla, 2016).

### **4.3 Una nueva medida bibliométrica para la medición de las revistas científicas: El Índice de Osk**

Aunque existen diversos indicadores bibliométricos de la producción o actividad científica y del impacto de la producción, el indicador de Osk es uno que pretende tener una visión integral de las revistas científicas calculando factores de producción y de impacto, como las tipologías de publicación, ediciones, citaciones y procedencia de los autores. La propuesta, generada por Pérez-Anaya (2017), se fundamenta en el cálculo de acuerdo con el año o años de observación de los artículos de investigación, artículos de revisión, artículos de reflexión, reportes de casos, ediciones, citas externas, citas internas o autocitas, autores locales o internos, autores nacionales y autores extranjeros de una revista de una misma disciplina. El cálculo del índice entre revistas de diferentes áreas puede generar diferencias amplias.

Es importante resaltar que los valores en las unidades del índice fueron establecidos por los factores de mayor importancia para los equipos, editores y miembros editoriales de las revistas científicas especializadas colombianas.



El Índice de Osk es resultado de la siguiente ecuación:

$$(Inv*1+Ai+An+Ae)+(Rev*0,5+Ai+An+Ae)+(Ref*0,25+Ai+An+Ae)+(Rec*0,25+Ai+An+Ae)+ediciones+(ciex*4)+(Ac*1) = \text{Índice de Osk (años o periodos a evaluar)}$$

A continuación se describen los valores de la fórmula: *artículos de investigación* (Inv), corresponde al número total de todos los artículos de la ventana de observación multiplicado por 1; *artículos revisión* (Rev), representado por el número total de todos los artículos multiplicados por 0,5; *artículos de reflexión* (Ref) y *reportes de casos* (Rec), es igual al número total de todos los artículos multiplicados por 0,25; *ediciones/fascículos/números* (Ed) de la ventana de observación; *citas externas* (Ciex), total de citas externas multiplicado por 4; mientras las *citas internas o auto-citas* (Ac), multiplicado por 1; *autores locales o internos* (Ai), total dividido entre la sumatoria de los autores locales, nacionales y extranjeros que han participado en los artículos de una misma tipología, y el valor resultante se multiplica por 0,25; *Autores nacionales* (An), total de autores del mismo país de la revista, pero no de la misma institución, dividido por la sumatoria de los autores locales, nacionales y extranjeros y el valor resultante multiplicado por 0,5; *autores extranjeros o internacionales* (Ae), total de autores externos al país de la revista dividido entre la sumatoria de los autores locales, nacionales y extranjeros y el valor resultante multiplicado por 1.

Ejemplo: Índice de Osk para una revista en Ciencias Básicas, de periodicidad anual, con dos ediciones durante el periodo de evaluación, en las cuales hay 17 artículos de investigación, un artículo de revisión, cuatro reportes de casos y un artículo de reflexión. En los 17 artículos de investigación: 39 autores extranjeros, 18 autores nacionales y seis autores internos.

Artículo de revisión: un autor interno; reportes de casos: seis autores internos y tres autores nacionales; artículo de reflexión: un autor nacional. Además, los artículos de la revista publicados en este periodo (años 2015 y 2016) han recibido dos citas externas y tres citas internas. Sin ánimo de redundar, sino pretendiendo ofrecer facilidades en la realización del ejercicio al lector, la información previamente descrita se ha organizado en la Tabla 4.1. Por su parte, la Tabla 4.2 recoge los se presenta los resultados del ejercicio.

**Tabla 4.1.** *Tipología de acuerdo con el número de artículos, autores internos, autores nacionales e internacionales.*

Tipología	N° Artículos	Número de autores		
		Internos	Nacionales	Internacionales
Investigación	17	6	18	39
Revisión	1	1	0	0
Reportes de casos	4	6	3	0
Reflexión	1	0	1	0

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4.2.** *Unidades de acuerdo con la tipología.*

Tipología	N° Artículos	Número de autores		
		Internos	Nacionales	Internacionales
Investigación	17	0.02380952	0.14285714	0.61904762
Revisión	0.5	0.25	0	0
Reportes de casos	1	0.16666667	0.16666667	0
Reflexión	0.25	0	0.5	0

Fuente: elaboración propia.

Índice Osk:

$$(17 + 0,02 + 0,14 + 0,61) + (0,5 + 0,25) + (1 + 0,16 + 0,16) + (0,25 + 0,25) + 2 + (8) + (3) = 33,3$$

#### 4.4 Conclusiones

Los indicadores bibliométricos son una herramienta necesaria para la evaluación de la actividad científica, sin embargo, el análisis de la producción bibliográfica requiere considerar que no deben aplicarse de forma aislada, sin discriminar disciplinas, desde la óptica de profesionales que no pertenecen al área de conocimiento, y especialmente, no debe aplicarse o interpretarse de forma inadecuada, por ejemplo, en la equivalencia del indicador factor de impacto con calidad, o el valor de las citas. De cualquier forma, evaluar el avance de la ciencia puede resultar una labor compleja por el volumen de unidades de análisis, y la subjetividad de los expertos evaluadores (Gómez & Bordons, 1996).

Es claro que los indicadores presentan limitantes, pero ante la evaluación uno a uno por expertos científicos, pueden proporcionar información más objetiva y ser un proceso menos tedioso. En este sentido, para minimizar las restricciones de los indicadores tradicionales, cada vez es más frecuente el desarrollo de nuevos que contribuyan a una medición más integral de las publicaciones científicas, sobre todo si estos reconocen el esfuerzo editorial que realiza una revista (Rueda-Clausen, et al., 2005).

Los profesionales de la información científica deben enfocarse en la construcción de nuevos indicadores que permitan examinar la calidad y validez de los procesos de investigación, teniendo en cuenta que la evaluación de la ciencia a través de los indicadores permite conocer el estado de la ciencia

para la toma de decisiones organizacionales que a su vez repercuten sobre el desarrollo de la ciencia.

## Referencias

- Alonso-Arroyo, A., Cabrini, M. & Tannuri de Oliveira, E. (2013). *Indicadores bibliométricos de colaboración científica entre Brasil y España: un análisis en el área de la Medicina (2002-2011)*. VI Encontro Ibérico EDICIC, Porto (Portugal), 4-6 November 2013. [Conference paper]. Recuperado de: [eprints.rclis.org/23190/](http://eprints.rclis.org/23190/).
- Amsterdamska, O., & Leydesdorff, L. (1989). Citations: indicators of significance? *Scientometric*, 15 (5-6), 444-471.
- Araújo, J. A. & Arencibia, R. (2002). Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos. *Acimed*, 10(4), 5-6.
- Bordons, M. & Zulueta, M. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, 52 (10), 790-800.
- Braun, T., Glänzel, W. & Schubert, A. (2006). A Hirsch-type index for journals. *Scientometrics*, 69(1), 169-173.
- Burton, RE. (1960). Kebler RW. The "Half-life" of Some Scientific and Technical Literatures. *American Documentation*, 11(1), 18-22.
- Camps, D. (2008). Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica biomédica. *Colombia Médica*, 39 (1), 74-79.
- Canela, J. & Ollé, J. (1987). Muchos y bien avenidos: El número de autores en revistas clínicas. *Medicina Clínica*, 89(14), 592-594.
- Cournand, A. (1977). The code of scientist and its relationship to ethics. *Science*, 198, 699-705.

- Cole, F. J., & Eales, N. B. (1917). The history of comparative anatomy: Part I.—A statistical analysis of the literature. *Science Progress (1916-1919)*, 11(44), 578-596.
- De Vito, E. (2006). Algunas consideraciones en torno al uso del factor de impacto y de la bibliometría como herramienta de evaluación científica. *Revista Americana de Medicina Respiratoria*, 6(1), 37-45.
- Gallagher, E. J. & Barnaby, D. P. (1998). Evidence of methodologic bias in the derivation of the Science Citation Index impact factor. *Annals of Emergency Medicine*, 31, 83-6
- Gauthier, E. (1998). *Bibliometric analysis of scientific and technological research: a user's guide to the methodology*. Observatoire des Sciences et des Technologies (CIRST). Science and Technology Redesign Project Statistics Canada.
- Glänzel, W. & Persson, O. (2005). H-index for Prize medalist. *International Society for Scientometrics and Informetrics*, 1(4), 15-8.
- González de Dios, J., Moya, M. & Hernández, M. (1997). Indicadores bibliométricos: características y limitaciones en el análisis de la actividad científica. *Anales españoles de pediatría*, 47(3), 235-244.
- Gómez, I. & Bordons, M. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica. *Política Científica*, 46(10), 21-26.
- Gross, E. (1926). El Terciario Carbonífero de Antioquia: das Kohlentertiär Antiquias. Reimer/Vohsen.
- Hargens, L. (1990). Variation in journal peer reviews systems. *JAMA*, 263(10), 1348-1352.
- Hulme, E. W. (1923). *Statistical bibliography in relation to the growth of modern civilization*. London: Grafton.

- Kidd, J. S. (1990). Measuring referencing practices. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(3), 157-163.
- Line, M. B. (1970). The half-life of periodical literature: Apparent and real obsolescence. *Journal of Documentation*, 26, 46-54.
- Lock, S. (1992). La revisión de los manuscritos. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 98, 304- 305.
- López-Piñero, JM. & Terrada, M. L. (1992). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (IV). La aplicación de los indicadores. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 98, 384-388.
- López-Piñero, J. & Terrada, M. (1992). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (I). Usos y abusos de la bibliometría. *Medicina Clínica*, 98, 64-68.
- Lotka, AJ. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal Washington Academic Science*, 16(12), 317-323.
- Louzada, P. & Carioca, M. (2011). The Brazilian Journal of Rheumatology over the last ten years-a Scientometrics-based view. *Revista Brasileira de Reumatología*, 51(1), 1-6.
- Molina, M., Gómez, P., Cañadas, M., Gallardo, J., & Lupianez, J. (2011). Calidad y visibilidad de las revistas científicas: el caso de PNA. *Revista española de Documentación Científica*, 34 (2), 266-275.
- Moravcsik, M. J. (1989). ¿Cómo evaluar la ciencia y los científicos? *Revista Española de Documentación científica*, 12, 313-325.

- Nacke, O. (1979). Informetrie: eine neuer Name für eine neue Disziplin. *Nachrichten für Documentation*, 30(6), 219-226.
- Padilla, V. (2016). *Análisis de la actividad científica española en el área de podología a través de publicaciones científicas internacionales*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Peralta, M. J., Frías, M. & Gregorio, O. (2015). Criterios, clasificaciones y tendencias de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la ciencia. *Revista cubana de información en ciencias de la salud*, 26(3), 290-309.
- Pritchard, P. C. (1969). The survival status of ridley sea-turtles in American waters. *Biological Conservation*, 2(1), 13-17.
- Pérez-Anaya, O. (2017). Índice de Osk: una nueva medición bibliométrica para las revistas científicas. *Revista española de Documentación Científica*, 40(2), 174.
- Pérez Matos, N. E. (2002). La bibliografía, bibliometría y las ciencias afines. *Acimed*, 10(3), 1-2.
- Price, D. (1965). Network of scientific papers. *Science*, 149, 510-515.
- Prins, A. (1990). Behind the scenes of performance: performance, practice and management in medical research. *Research Policy*, 19(6), 517-534.
- Pinski, G. & Narin, F. (1976). Citation influence for journal aggregates of scientific publications: Theory, with application to the literature of physics. *Information processing & management*, 12(5), 297-312.
- Platz, A. (1965). Psychology of the scientist: XI. Lotka's law and research visibility. *Psychological reports*, 16(2), 566-568.
- Pulido, M. (1984). La mecánica del proceso editorial. Autor, editor y revisor. *Medicina Clínica*, 82, 494-495.

- Rehn, C. & Kronman, U. (2008). *Bibliometric handbook for Karolinska Institutet*. Karolinska Institutet University Library.
- Rodríguez-Yunta, L. (2014). *Indicadores bibliométricos sobre revistas: más allá de los índices de citas*. En XI Seminario Hispano-Mexicano de Investigación en Bibliotecología y Documentación: La información y sus contextos en el cambio social, Ciudad de México, 23-25 de abril de 2014.
- Rueda-Clausen, C., Villa-Roel, C. & Rueda-Clausen, C. (2005). Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. *MedUNAB*, 8(1), 29-36.
- Salgado, J. & Páez, D. (2007). La productividad científica y el índice *h* de Hirchs de la psicología social española: convergencia entre indicadores de productividad y comparación con otras áreas. *Psicothema*, 19(2), 179-189.
- Sancho, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13, 842-865.
- Sikorav, J. (1991). The utility of scientific papers. *Scientometrics*, 21(1), 49-68.
- Spinak E. (1996). *Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Informetría*. Caracas: UNESCO, 34-131.
- Spinak, E. (1998). Indicadores cienciométricos. *Ciência da informação*, 27(2), 141-148.
- Subramanyan, K. (1983). Bibliometric studies of research collaboration. A review. *Journal of Informations Science*, 6, 33-38.
- Terrada, M. & Peris, R. (1982). Bibliometría de la literatura pediátrica española (1974-1981). *Anales Españoles de Pediatría*, 17(Supl 14), 105-114.