

Criterios para evaluar el desempeño de los científicos. Tema para un debate

**Melvyn Morales-Morejón
Lilián Báez-Cárdenas**

Se presenta un conjunto de consideraciones sobre la producción de la actividad científica. Se plantea una triada estrechamente relacionada para una evaluación sinérgica del quehacer de los científicos: producción científica, producción documentaria y producción citacional. La primera está relacionada directamente con el aporte propiamente científico (una teoría, una nueva tecnología, etc.); la segunda con la generación de fuentes de información documentales a partir de la producción científica, y la tercera producción se relaciona con el impacto que reciben los trabajos publicados por los científicos. Se ofrece un conjunto de indicadores para medir cada una de estas producciones. Se plantea la necesidad de integrar más sinérgicamente los distintos criterios evaluativos. Se propone el método del rango selectivo multidimensional para clasificar a los científicos atendiendo a estos tres tipos de producciones.

Introducción

Ante todo, el tema de cómo evaluar el desempeño o labor de los científicos en su quehacer productivo de nuevos conocimientos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, en función del desarrollo integral de la sociedad, requiere dejar establecido qué se entiende por científico y por desempeño. Los autores del presente artículo entienden lo siguiente:

Científico: Persona especializada en alguna rama del conocimiento, cuya actividad tiene como fin fundamental *crear nuevos conocimientos o nuevas aplicaciones tecnológicas de estos, para contribuir al desarrollo de la propia ciencia, de la tecnología y de la sociedad.* Por lo común, realiza su actividad de conjunto con otros especialistas y utiliza métodos y medios especiales para producir ese conocimiento.

Desempeño: De acuerdo con el *Webster's Dictionary* [1] y el *Compendio Enciclopédico de Informática y Ciencia de la Información* [2] tiene varias acepciones, que se pueden resumir en lo siguiente: 1) Ejecución de una acción; 2) capacidad de cumplir su cometido un sistema o servicio de información, expresada mediante la eficacia de la prestación de servicios por la biblioteca y la eficiencia en la asignación y uso de recursos en la preparación y prestación de servicios; 3) manera en que un mecanismo

funciona; 4) manera de reaccionar al estímulo: conducta; 5) medida resumida de la cantidad y calidad de contribuciones a la tarea hecha por un individuo o grupo a la unidad de trabajo y organización con el propósito de cumplir con sus objetivos y metas originales.

A los efectos del presente artículo se tomará esta última acepción para desarrollar nuestra concepción sobre los criterios para evaluar la labor de los científicos. Aun cuando el resultado perceptible de las investigaciones científicas lo constituyen las publicaciones, el propósito principal de la medición y evaluación del desempeño científico no debe estar basado, fundamentalmente, en las mismas; pues el hecho de publicar trabajos constituye pura y simplemente un medio de comunicar conocimientos; ya que la actividad de investigación científico-tecnológica genera diversas formas de productos básicos, y para cada una se requieren indicadores que expresen su carácter funcional y efecto.

Generalmente, la evaluación del desempeño de los investigadores se ha basado en el método de revisión de expertos (*peer review*) en comités de evaluación, que examinan la producción bibliográfica, los premios recibidos, etc. Estas valoraciones toman en consideración aplicaciones bibliométricas o informétricas.¹

El quehacer científico responde a dos tipos de demandas generales: demandas vinculadas al propio desarrollo de la ciencia y demandas que plantea la sociedad; por lo que la medición y evaluación del desempeño científico plantea aspectos que describan el estado y dinámica de los sistemas de investigación y tecnología.

Medición y evaluación del desempeño científico

La eficacia y eficiencia del quehacer científico puede verse en función:

- a) Del propio desarrollo de la ciencia;
- b) De los objetivos y metas sociales y económicas que repercuten en el desarrollo de la ciencia;
- c) Del desarrollo de infraestructuras adecuadas y de programas de entrenamiento de las generaciones de científicos.

¿Cómo medir la producción de la investigación científica?

Al respecto pueden plantearse un conjunto de interrogantes:

¿La producción científica se puede medir en términos de:

- a) Ideas, teorías, procesos, tecnologías, productos?
- b) De documentos?
- c) De impactos sobre el desarrollo?
- d) De la combinación de varios de estos criterios?

Con respecto al conocimiento, Wolfram [3] se cuestiona cuál es la unidad de medida del mismo y si este es una idea o un documento. En relación con la medición de (a) se mide el *crecimiento del conocimiento*, mientras que en el caso (b) se mide el *crecimiento de la documentación*. Ambos fenómenos estrechamente relacionados, pero que representan conceptos diferentes, deben ser tomados muy en cuenta en una

evaluación integral sobre el desempeño de los científicos.

Con respecto a la *calidad*, Wolfram [3] plantea las interrogantes siguientes: ¿Todos los documentos tienen igual valor? ¿Cuál es la unidad de calidad?

Al respecto expresa:

Actualidad: ¿Debe considerarse la obsolescencia?

Duplicación : ¿Cómo deben computarse los documentos que han sido publicados varias veces (traducciones, antologías, etc.) o modificados ligeramente sin un nuevo conocimiento para enriquecer a ultranza el currículum y la visibilidad.

¿Es posible medir todo el conocimiento producido? Esto incluye la literatura gris, los documentos confidenciales de empresas (por razones comerciales) y de las instituciones gubernamentales (información clasificada).

A partir de estos presupuestos por Wolfram deben hacerse otras reflexiones sobre algunos conceptos relativos a la cuantificación de la documentación producida como expresión del desarrollo de la ciencia y la tecnología, entre ellos: el efecto Bernabé y la mínima unidad publicable.

Efecto Bernabé: El término fue propuesto por Braun y Zsindely [4] y se puede definir como la actitud y posición de autores que critican la proliferación excesiva de documentos publicados por otros, cuando ellos no contribuyen a limitar, de alguna forma, dicho fenómeno, pues su producción documentaria es prolífica sin que ello signifique, básicamente, la comunicación de nuevos conocimientos. Este fenómeno es muy frecuente también en algunos autores que no observan una ética profesional, aumentando su producción de artículos con una ligera modificación del contenido del mismo o variando solo su título.

Mínima unidad publicable: El fenómeno de mínima unidad publicable no es más que la fragmentación de un estudio en tantos artículos cortos como sea posible; su propósito es fundamentalmente aumentar el *número de publicaciones en el currículum* de un científico. En relación con este fenómeno M. Angell [5] afirma “publicar o perecer”, mientras que W. J. Broad [6] lo califica como “el juego de publicar: obtener más a cambio de dar menos”; por tanto, el efecto de Bernabé guarda estrecha relación con el concepto de mínima unidad publicable, por lo que la valoración del desempeño científico *no* debe ser analizado *solo* a partir del número total de publicaciones *sino* de todas sus dimensiones, con un enfoque sistémico e integral con el fin de obtener un resultado evaluativo de carácter sinérgico.

La mínima unidad publicable pudiera ser un concepto normativo. Se debiera establecer como premisa para la mínima unidad publicable aquella fracción mínima de nuevo conocimiento que pueda ser objeto de publicación.

Por consiguiente, urge la adopción de este nuevo enfoque del concepto que tienda a evaluar de forma más objetiva la producción documentaria de los científicos y que, por ende, contribuya a poner coto a la publicación desmedida,² que “dificulta la comunicación eficaz entre los científicos y satura la capacidad de arbitraje de las revistas” [2].

¿Qué cosa es, entonces, una mínima unidad publicable (MUP)? ¿Una teoría? ¿Una hipótesis? La formulación de la hipótesis científica puede ser una MUP o la comprobación práctica de la hipótesis científica.

En torno al nuevo conocimiento potencial

Entre las consideraciones relativas a las limitaciones o distorsión de la cuantificación del rendimiento o aporte real del desempeño científico, solo en términos de documentos publicados, se pudiera plantear que su sola cuantificación no proporciona idea de la calidad, no tiene en cuenta que las prácticas de publicación varían con el tiempo.

Las presiones sociales y políticas obligan a publicar para ganar currículum, lo que contribuye a la fragmentación de datos para publicar varios trabajos en vez de uno, y a la publicación de un mismo trabajo, con ligeras variaciones, en revistas distintas. Por otra parte, no todo el conocimiento obtenido por los científicos se encuentra en sus trabajos; ni cada uno de los trabajos contiene igual proporción de conocimiento y, por supuesto, los resultados publicados no tienen el mismo efecto social y económico.

En el marco del concepto de mínima unidad publicable es menester plantearse otros conceptos estrechamente relacionados, como, por ejemplo, el *nuevo conocimiento potencial*, cuyos resultados publicados en un documento dado pueden tener relaciones lógicas con otros publicados en otro documento, lo que se conoce en la literatura especializada bajo el nombre de “conocimiento público desconocido”. Es menester, por su importancia no solo para todo el que trabaja en la evaluación del desempeño de los investigadores, sino también de los informacionistas, documentalistas y bibliotecarios que trabajan en el suministro de información para los equipos de investigación, detenerse en este concepto brevemente.

Por ‘conocimiento público desconocido’ se entiende aquel conocimiento detectado mediante la inferencia por analogía entre documentos con argumentos semejantes que no se citan directamente unos a otros –mutuamente aislados de forma referencial– pero que están vinculados lógicamente a través de las referencias bibliográficas hechas por terceros. Este concepto fue propuesto por Swanson [9-11] para expresar la relación lógica desconocida entre dos fuentes de información con argumentos similares, cuya simple lectura de una no implica la existencia de la otra; pero sus conexiones lógicas constituirían fuentes potenciales de nuevos conocimientos. Swanson [9-11] distingue tres categorías de *conocimiento público desconocido*.

Una de ellas está dada por la *ley de transitividad por transferencia*: si un objeto x es idéntico a otro objeto y , a la vez que este segundo objeto es idéntico a un tercero z , entonces el primero y el tercero son iguales. Por consiguiente, la relación lógica informacional entre documentos se logra por medio del acoplamiento bibliográfico entre fuentes documentales con iguales argumentos; por ejemplo, que dos documentos (A y B) tengan entre sí compatibilidad bibliográfica y, uno de ellos, digamos B , tenga compatibilidad bibliográfica con C (o sea, BC tienen referencias comunes), pero A y C no tienen referencias en común, por ende, podría inferirse que entre A y C existieran conexiones lógicas que no han sido descubiertas debido a su aislamiento referencial mutuo. Swanson [11], aplicando este análisis determinó las relaciones lógicas inadvertidas por la comunidad médica entre determinados resultados científicos; por ejemplo, la relación entre la migraña y el déficit de magnesio; la relación entre el nivel

del aminoácido arginina y el nivel de la somatomedina C en la sangre; el tratamiento del síndrome de Raynaud empleando aceite de pescado en la dieta.

Una segunda categoría, independientemente de la fecha de publicación de ambos trabajos, se relaciona con la refutación incógnita de una hipótesis por el carácter de su inconsecuencia. Por ejemplo, si un autor publica una afirmación cuya falsedad es incidentalmente comprobada por los datos publicados por otro autor que desconoce la hipótesis del primero. En este caso se está ante una refutación por inconsecuencia desconocida por el público al cual van dirigidas las publicaciones, ya que existe una contradicción entre la hipótesis y determinada premisa cuya validez se consigue demostrar o ya se encuentra demostrada.

La tercera categoría propuesta por Swanson se refiere a grandes conjuntos de documentos que contienen información relativa a un determinado problema, la que sistematizada e integrada como un todo único de forma sinérgica puede revelar conocimientos públicos pero desconocidos hasta ese entonces. Esto puede lograrse a través del análisis que requiere la elaboración de reseñas científicas –tanto las analíticas como las analítico-evaluativas [12]– y los estudios de meta-análisis.

Este fenómeno sobre el conocimiento público desconocido nos revela que la evaluación del desempeño de los investigadores es aún más compleja de lo que a simple vista parece, pues debiera ser considerado, al menos, en sus aportes a la ciencia. Por consiguiente, en torno a los objetivos de toda evaluación del desempeño científico es menester subrayar que debiera estar enmarcada, al menos, en la medición de los resultados en relación con:

- a) Cuán eficaz y eficiente han sido los objetivos logrados y cuál es el valor de estos;
- b) Qué factores contribuyeron o impidieron alcanzar dichos objetivos;
- c) Qué cambios se requieren introducir para mejorar los logros futuros.

Consideraciones a la hora de enfocar una evaluación integral más promisoría

Como se ha podido apreciar hasta aquí, el proceso de evaluación del desempeño de los investigadores es una tarea compleja que requiere tomar en consideración muchos factores para obtener un resultado más promisorio, con vistas a la consecución de resultados sinérgicos. A continuación se relaciona un conjunto de factores que inciden en una evaluación integral más promisoría:

- Las particularidades de las economías y la dimensiones científico-tecnológicas, tanto de países desarrollados como las de países subdesarrollados, requieren un tratamiento distintivo con un enfoque flexible que pueda satisfacer las necesidades de ambos grupos de países, ya que la mayoría de los indicadores y criterios existentes obedecen a premisas de los países más desarrollados.
- La publicación no es sólo el único producto de la ciencia. La ciencia genera otras formas de “productos”.
- La producción científica, medida en términos de publicaciones aparecidas

en revistas de alto valor científico, sitúa a los países menos desarrollados en condiciones desfavorables para medir su impacto en el progreso científico-tecnológico.

- - La distinción entre el resultado científico-tecnológico en sí y el hecho de su transmisión en el tiempo y espacio: la comunicación científica,³ requiere un tratamiento diferente.
- - El conocimiento, la comunicación y la información son tres procesos y resultados distintivos de la ciencia y la tecnología muy estrechamente relacionados.
- - La existencia de una brecha citacional entre la producción documentaria y la instrumental de una investigación.
- - El análisis cuantitativo de citas, a partir del *Science Citation Index*, es insuficiente para propósitos evaluativos del desarrollo tecnológico y/o de la investigación aplicada.
- - Las conductas disímiles entre científicos y tecnólogos en relación con la redacción y publicación de sus resultados.
- - La medición de la producción científica no deber ser, básicamente, sólo en el cómputo de artículos de revistas científicas de prestigio y/o sus citas, pues existen otras fuentes de información que difunden sus resultados.
- - La evaluación del desempeño de los tecnólogos no es trazable informáticamente. Su aplicación por sí sola podría introducir distorsiones sobre la valoración del desempeño de grupos y/o institutos.
- - El cómputo de citas son, en sí, una ayuda poderosa en aquellos campos de la ciencia en los que sus miembros coinciden que publicar en fuentes seriadadas constituye la forma principal de comunicación científica.
- - El dilema prevalente de que los científicos de países en desarrollo publican, preferentemente, sus resultados en publicaciones seriadadas de mayor prestigio internacional, en detrimento de la producción documentaria de revistas nacionales.
- - El desarrollo tecnológico no aparece, fundamentalmente, en forma de artículos de revistas como las investigaciones básicas y aplicadas, sino en patentes.
- - La producción documentaria, relativamente reducida, de reseñas científico-tecnológicas de interés directo para países en desarrollo, atendiendo a su desarrollo integral alcanzado, en sus distintas ramas de la ciencia y la tecnología.
- - La representatividad baja de las revistas de países en desarrollo en bases de datos comerciales dificulta obtener resultados más objetivos en estudios

informétricos y cienciométricos.

- - La existencia de autores con determinada producción documentaria prolífica, con ligeras modificaciones sin nuevos conocimientos que tienen como propósito llenar un currículum y/o imponer “visibilidad”.
- - La evaluación de proyectos de investigación se concentra en dos valoraciones básicas: su mérito científico y su posibilidad de utilización útil.
- - Las patentes son, por sí, publicaciones por derecho propio, que no aumentan la visibilidad científica de una persona; sin embargo, portan conocimientos que pueden contribuir a elaborar estrategias de desarrollo en pos de cambios en los diferentes sistemas tecnológicos.
- - La creación y desarrollo de programas computacionales flexibles con propósitos informétricos y cienciométricos permitirán evaluar el desempeño de los investigadores e instituciones de investigación y desarrollo (I+D) de forma más integral y sistémica. (Esto requerirá establecer el protipo de base de datos normalizada con tales propósitos.)

¿Cómo enfocar la medición y evaluación de los resultados del quehacer científico-tecnológico?

A partir de toda las consideraciones expuestas hasta aquí es menester plantearse cómo enfocar la evaluación del desempeño de los investigadores bajo un óptica sistémica e integral, para obtener un resultado más promisorio. Al respecto, se plantea la siguiente triada para un enfoque sinérgico del quehacer científico:

- Producción científica
- Producción documentaria
- Producción citacional.

Los tres componentes de la triada relativa a los sistemas de ciencia y tecnología y sus respectivos indicadores representan sólo una realidad parcial sobre el rendimiento de dichos sistemas.

En torno a la producción científica: alcance conceptual

Producción científica: Producción resultante de trabajos de I + D (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico), realizada de forma sistemática que contribuye al progreso científico-tecnológico en función del desarrollo integral y armónico de la sociedad.

Investigación básica: Conjunto de trabajos experimentales o teóricos que se emprenden esencialmente para adquirir nuevos conocimientos relativos a los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin la finalidad de darles alguna aplicación específica.

Las características principales de la investigación básica son:

- - Análisis de propiedades, estructuras y relaciones con la finalidad de

- formular y comprobar hipótesis, teoría y leyes
- - Nuevo conocimiento⁴
 - - Resultados que suelen no divulgarse por consideraciones de seguridad y pasan a formar parte de la categoría de “información confidencial”
 - - Contribución al desarrollo y fortalecimiento propio de las estructuras de la ciencia.
 - - *Investigación aplicada*: Trabajos originales acometidos para adquirir nuevos conocimientos con la particularidad de que están orientados, fundamentalmente, hacia un objetivo práctico particular.
 - - Las características principales de la investigación aplicada se refieren al perfeccionamiento o creación de nuevos productos, operaciones, métodos, tecnologías, o para un conjunto determinado de estos. Sus resultados, generalmente, son sometidos al proceso de patentización del conocimiento obtenido, aunque, a veces, suele mantenerse en secreto por consideraciones estratégicas de carácter comercial.
 - - *Desarrollo tecnológico*: Trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, encaminados a:
 - - - Producir nuevos materiales, productos o dispositivos
 - - - Establecer nuevos procesos, sistemas y servicios
 - - - Mejorar sustancialmente los ya existentes.

En síntesis, el vocablo producción científica, con ese volumen conceptual, contribuye a medir dicha producción en términos de rendimientos científicos: nuevos conocimientos y teorías, nuevos métodos y procedimientos de investigación, nuevos aparatos científicos creados, nuevas tecnologías, innovaciones tecnológicas, etc. Por consiguiente, la producción científica va dirigida hacia el desarrollo y afianzamiento del progreso científico-tecnológico.

En este punto, cabe preguntarse qué se entiende por progreso científico-tecnológico.

- - *Progreso científico-tecnológico*: Tendencia general de desarrollo de la ciencia y la tecnología caracterizada por el paso de lo menos perfecto a lo más perfecto, de las formas inferiores a las superiores.

Por tanto, podría considerarse, además, entre los criterios evaluativos para medir el desempeño de la producción científica, los siguientes:

- Número de ideas que aporten al progreso científico-tecnológico.
- Repercusión económica y/o social de los aportes científico-tecnológicos.
- Número de patentes nacionales registradas.
- Número de patentes nacionales aplicadas en el país, por campo de la ciencia o actividad económica.
- Número de patentes nacionales concedidas en el extranjero, por países, campo de la ciencia o actividad económica.
- Número de contratos con compañías extranjeras relacionados con la venta de patentes.

- Relación entre los gastos por concepto de I + D en los sectores estatal y privado y el presupuesto estatal y/o el producto interno bruto.
- Relación entre los beneficios de las exportaciones tecnológicas y los gastos de tales importaciones.
- Tasas de crecimiento del producto interno bruto, y la proporción de la renta nacional como producto de los logros de la ciencia y la tecnología.
- Número anual de invenciones y/o innovaciones tecnológicas.
- Principales innovaciones tecnológicas por actividad económica, tipo de empresa y territorio
- Pertenecer a una asociación científica de prestigio, ocupar una cátedra científica, o haber recibido una condecoración por sus aportes científicos.

Sobre la productividad

La producción científica puede medirse en términos de productividad, cuya definición tiene más de una acepción: 1) Cualidad o estado de ser productivo. 2) Medida de la cantidad y calidad de un trabajo. b) Cociente obtenido entre la producción total y una medida ponderada de factores. c) Cantidad de producción en unidades físicas o en valor que realiza un trabajador o sistema en una unidad de tiempo. Es decir, salida o resultado en un período de tiempo dado.

La productividad científica puede estar expresada en términos de las tasas de desarrollo en los diferentes campos de la ciencia; la eficiencia y eficacia económicas de la instrumentación de los logros científico-tecnológicos en la economía nacional; la tasa de dicha instrumentación; etc.

La productividad científica puede verse como índice ponderado que expresa la relación existente entre el esfuerzo de investigación respecto al rendimiento del quehacer científico y al presupuesto promedio anual dedicado a los trabajos de investigación y desarrollo dados, multiplicado por 100 para obtener una expresión matemática más estética. Por ejemplo, la productividad en la industria farmacéutica puede medirse por: (a) el número de logros terapéuticos importantes; (b) la unidad monetaria gastada en I + D.

En torno a la producción documentaria: alcance conceptual

Por producción documentaria se entiende la cantidad de trabajos publicados, en todos los portadores posibles –por un autor (en calidad de autor principal o coautor) o conjunto de autores–, distribuidos atendiendo a su clasificación temática, origen nacional, fecha de publicación, etc. [2]. Esta producción posee un conjunto de propiedades funcionales, las cuales enmarcan bien su alcance conceptual, distinguiéndose claramente la producción documentaria de las producciones científicas y citacional.

Propiedades funcionales

- - Contribuir al registro del nuevo conocimiento.
- - Ser vehículo para la transferencia del conocimiento, el cual se convierte en información al comunicarse.
- - Contribuir a conocer quién trabaja o ha trabajado en un tópico dado o dónde fue realizado.
- - Revelar, de forma evidente, si alguien ha realizado un trabajo dado, lo que

contribuye a ahorrar tiempo de no repetir algo que ya ha sido hecho.

- - Coadyuvar a la informatividad de la sociedad y, por tanto, permitir que los miembros de la comunidad se mantengan al día sobre los acontecimientos, cuestiones diversas o campos temáticos y sus relaciones.

Criterios evaluativos

- Productividad documentaria
- Coeficiente de productividad documentaria
- Grado de atomización documentaria de un mismo quehacer o aporte científico
- Índice de actividad documentaria del científico (correlación entre el índice de actividad de un país y el aporte del científico)
- Peso en relación con el índice de coautoría internacional
- Índice proporcional de autor
- Índice de autoridad documentaria
- Índice de co-autoridad documentaria
- Índice de colaboración
- Coeficiente de productividad documentaria.

Por su peculiaridad e importancia los autores estiman la conveniencia en explicar en qué consiste el coeficiente de productividad documentaria, propuesto por Sen y Gen en 1990 [13] que lo denominaron sólo como coeficiente de productividad, cuya expresión matemática viene dada por:

$$CP = E_{p50} / E_p$$

donde:

E_{p50}: Edad cincuenta porcentual (período más productivo). Dicho en otras palabras, edad del 50% de las publicaciones (número de años a partir de la primera publicación hasta el año en el que ha alcanzado el 50% del total de sus publicaciones).

E_p: Edad productiva, calculada por el número de los años comprendidos entre las primeras y las últimas publicaciones.

No obstante, se recomienda que este coeficiente deba relacionarse con otros factores, por ejemplo, con la paternidad literaria, o sea, la cantidad de publicaciones en solitario y el número de publicaciones en coautoría, así como con otros logros y factores sociales que reflejan su actividad científica y su incidencia en la ciencia y la tecnología.

En torno a la producción citacional: alcance conceptual

Ante todo es menester dejar bien delimitado qué se entiende por cita y referencia para poder contribuir a una mejor comprensión de los criterios que se abordan respecto a la evaluación del desempeño de los investigadores. El término referencia tiene varias acepciones, a saber:

- 1) Reconocimiento que hace una fuente de información a otra fuente; o sea, remisión bibliográfica hecha en una fuente de información documental a otra fuente [14].
- 2) Breves datos compilados para dar respuesta a cualquier demanda. Puede darse en forma oral o en un documento escrito. En algunos casos la referencia puede ser un

documento secundario, por ejemplo: referencia bibliográfica.

3) Elementos de un lenguaje de recuperación de información [15], como es para el caso de la 'base de datos' del *Science Citation Index*.

4) Breve descripción bibliográfica que indica la fuente de la que se ha extraído una cita o una expresión, o la fuente (sección, rúbrica) que contiene datos parecidos por su tema.

El procedimiento de referencia formal varía entre las diferentes publicaciones. La referencia en el texto puede estar en la forma de un signo o número que se refiere a una nota al pie de página o a una lista de notas al final, que contiene la(s) representación(es) del documento, o un nombre o número que se refiere a una lista de representaciones de documentos al final del documento. El mismo documento o diferentes partes del mismo documento pueden darse como referencias en distintos momentos de un mismo trabajo; entonces se utilizan frecuentemente las abreviaturas *op. cit.* (*Opus citato* = trabajo citado), *ídem* (el mismo), *ibid* (*ibídem* = en el mismo lugar) [16].⁵

Las referencias se hacen algunas veces no a los documentos sino a contactos y comunicaciones personales, sobre este tipo de referencia informal existe un trabajo realizado por V. A. Markusova [17].

En los estudios métricos de los flujos informacionales se estudian un conjunto de factores específicos relativos a las referencias bibliográficas [16]:

- a) Función de la referencia: lista de trabajos anteriores, descripción de la metodología, falsificación-verificación, etc.
- b) Parte utilizada del documento citado, completo, parte(s), idea, resultados, etc.
- c) Localización de las referencias en: introducción, metodología, resultado, conclusión, etc.
- d) Número de ocurrencias de las referencias a cada documento o parte(s) de él
- e) Cantidad de referencias
- f) Referencias en la misma nota/nota al pie, identificación
- g) Cantidad de referencias en cada nota/nota al pie
- h) Cantidad de referencias informales, por ejemplo: comunicación personal.

Por consiguiente, se puede colegir que las referencias bibliográficas que aparecen al final de cada trabajo publicado o no, revelan el entorno informacional en el cual se realizó la investigación o el trabajo de desarrollo en cuestión.

Al igual que el término referencia, el de cita posee varias acepciones, a saber:

- 1) Parte del texto de una obra impresa o manuscrita que se incluye en otra obra sin cambio alguno. Referencia
- 2) En Bibliometría, Informetría y Cienciometría: Unidad de medida que expresa el reconocimiento que una fuente de información recibe de otra, la que indica la influencia o impacto científico de un resultado dado. En otras palabras, remisión bibliográfica obtenida por una fuente de información a partir de otra publicada posteriormente.

El mayor número de citas que reciba una fuente de información revela mayor efecto y que, por regla general, sienta pautas en la esfera del conocimiento correspondiente.

Las citas por sí mismas no portan ninguna información sobre la utilidad del contenido de las fuentes de información citadas para el contenido de la fuente citante. Para establecer el grado de su utilidad debe recurrirse al empleo combinado de los análisis de contenido y de citas.

Existen diferentes razones, modos o grados de las citas y prácticas de citas. Se ha aplicado el enfoque de la taxonomía de las referencias [2] para evaluar, en la esfera de la física teórica, la calidad de los artículos citados, y se ha establecido que un séptimo de las referencias eran denegatorias, un tercio redundantes y dos quintos marginales. Esto permitió a Moravcsik [18] expresar serias dudas sobre el uso de las referencias como una medida para evaluar la calidad de los artículos citados.

Según estudios hechos por E. Garfield [15], se plantea que el 25% de los artículos se citan una sola vez y el 1% recibe 6 o más citas.

Entonces, se puede colegir que la cita revela el grado de influencia o repercusión que tiene un autor o trabajo dado en la comunidad científica hacia la cual va orientado el artículo.

A partir de la delimitación del alcance conceptual de cita y referencia se puede establecer una definición de producción citacional.

Producción citacional: Producción de citas que genera el impacto informacional, básicamente, por el carácter cualitativo o aporte científico, en la comunidad científica, hacia la cual va dirigida la producción documentaria de un autor o grupo de autores; ya que a veces, pudiera estar altamente citado por su grado de controversia o grado de equivocación sobre un aspecto dado [2].

La delimitación conceptual de ambos términos, cita y referencia, permite establecer adecuadamente una serie de relaciones entre los mismos para expresar adecuadamente los fenómenos informacionales de la comunicación científica entre los investigadores. Una ciencia, sin dudas, requiere de su aparato conceptual bien definido, sin ambigüedades de interpretación, porque para hacer ciencia se necesita de todo un sistema de conceptos que se correspondan con su objeto y tema de estudio.⁶

Entre los criterios evaluativos relativo a la producción citacional están:

- - Tasa de citas recibidas.
- - Tasa de citación relativa.
- - Factor de impacto genérico.
- - Factor de impacto específico.
- - Factor de impacto del autor.
- - Índice de influencia.
- - Índice de autocitación.
- - Análisis cualitativo de las referencias utilizadas en los trabajos, atendiendo a las cuatro dicotomías referenciales: conceptuales vs instrumentales; orgánicas vs marginales; dinámicas vs estáticas y aprobatorias vs denegatorias.
- - Potencialidad de conocimiento público desconocido.

Por su importancia cualitativa en la evaluación del desempeño científico de los

investigadores en relación con la influencia de su pensamiento científico sobre el resto de sus colegas, se entiende oportuno ahondar un poco más sobre la taxonomía de las referencias bibliográficas, a veces denominadas por algunos autores taxonomía de las citaciones bibliográficas.

La taxonomía de las referencias bibliográficas no es más que los principios generales de clasificación informacional de las citaciones bibliográficas, o sea, las referencias, en cuatro dicotomías, atendiendo a la naturaleza y función que cumplen.

Una referencia puede pertenecer a más de un grupo, pero sólo a una de las dos categorías de cada grupo. Todo análisis del uso de las referencias bibliográficas o su clasificación exige conocimientos suficientes sobre la materia tratada en los textos que se analizan, una cierta experiencia en el quehacer científico y, en cualquier caso, el acceso a los textos citantes y citados, completos. Solo así se podrá realizar un análisis integral del contexto informacional en el que tuvo lugar la investigación.

La clasificación (las cuatro dicotomías referenciales) no sólo es importante para analizar y evaluar el desempeño de los investigadores, sino también abre nuevas posibilidades para los métodos y técnicas aplicados a la labor de inteligencia científica, tecnológica, etc.:

- a) a) *Primera dicotomía:* Referencias conceptuales vs. referencias instrumentales. Las primeras reflejan la captación de un concepto, o de una teoría, expuestos en el trabajo citado, con objeto de fundamentar nuevos conceptos o apoyar argumentos en el trabajo citante. En consecuencia, este último hace suyas, más o menos modificadas, las teorías del trabajo citado, subsumiéndolas en su propio texto; mientras que las segundas, a la inversa de las conceptuales, son la expresión de la simple utilización de un concepto, o de una teoría, del autor citado, para definir el concepto o la teoría del autor citante, es decir, para apoyar su afirmación.
- b) b) *Segunda dicotomía:* Referencias orgánicas vs. referencias marginales. Las primeras se refieren a trabajos citados cuyos conceptos, técnicas o resultados de análisis han sido adoptados por el autor citante, sin ser modificados; es decir, que sólo sirven de base para la tesis sustentada por el autor citante. De esta forma, el trabajo citado “pervive” en el citante. Las referencias marginales se caracterizan por constituir citas clásicas prescindibles u ociosas; es decir, no son más que referencias a teorías, conceptos, procedimientos o métodos alternativos de los trabajos citados que no son utilizados en absoluto en el discurso del trabajo citante y, por ende, no son realmente necesarios para el trabajo.
- c) c) *Tercera dicotomía:* Referencias dinámicas vs. referencias estáticas (yuxtapuestas). Las primeras reflejan citaciones sobre teoría o conceptos contenidos en el trabajo citado, utilizados para desarrollar el trabajo citante, o sea, este último se “nutre” informacionalmente del citado para desarrollar sus ideas, sus consideraciones. Las segundas, a la inversa de las dinámicas, no han servido de “nutriente” informacional al citante, el cual se limita a identificar el trabajo citado como uno más entre todos aquellos que han adoptado el mismo punto de partida, aunque la orientación posterior de todos ellos sea distinta en mayor o menor grado, pero que no tributan al desarrollo lógico del tema.
- d) d) *Cuarta dicotomía:* Referencias aprobatorias vs. referencias denegatorias.

Las primeras constituyen referencias que constituyen una muestra, a juicio del autor citante, de la corrección del trabajo citado. Prácticamente todas las citas de esta clase son dinámicas, puesto que los autores no basan sus trabajos en aquellos otros que consideran incorrectos.

Chubin y Moitra [20] sugirieron que las citas afirmativas o son esenciales o suplementarias y que las citas esenciales pueden ser básicas o subsidiarias, las citas suplementarias ofrecen información adicional o son superficiales. Por otra parte, las referencias denegatorias, a la inversa a las aprobatorias, constituyen las pruebas documentales de la existencia de dudas sobre la corrección del trabajo citado.

Esta taxonomía contribuye a distinguir entre:

- a) a) Las ideas y los procedimientos empleados en el documento
- b) b) Las referencias necesarias de las prescindibles
- c) c) Entre el material semejante al documento de aquel que sigue líneas divergentes
- d) d) El material que se considera coincidente con los puntos de vistas del autor y los que son juzgados no coincidentes, algunas veces, considerados malos bajo la óptica de la cual parten los autores citantes, pero no necesariamente siempre significa que ello deba ser así.

Todos los aspectos abordados hasta aquí revelan, en su conjunto, la potencialidad y gran diversidad de criterios existentes para evaluar el desempeño de los investigadores, lo que nos permite afirmar que toda valoración debe ser sobre la base de un sistema que considere varios criterios a la vez. Además, si se desea evaluar y clasificar a los investigadores de una especialidad dada debe ser mediante una evaluación multivariada que permita obtener un resultado más promisorio, de carácter sinérgico.

Necesidad de integrar más sinérgicamente los distintos criterios evaluativos

Los indicadores de cada uno de los componentes de la triada de los sistemas de ciencia y tecnología presentan limitaciones de forma individual y, por tanto, se requiere un método que permita una evaluación más integral, con un resultado más promisorio y sinérgico, con la finalidad de hacer comparaciones no sólo entre países sino también dentro de una misma nación y campo.

Ordenamiento jerárquico sinérgico

Los indicadores utilizados para medir y evaluar el grado de desarrollo científico-tecnológico alcanzado con fines comparativos deben ser aplicados, al menos, con un enfoque multivariado que proporcione resultados sinérgicos, para lo que los autores proponen el método del rango selectivo multidimensional.

Rango selectivo multidimensional

El rango selectivo multidimensional es un método matemático, basado en la I-distancia de Ivanovic, aplicado en Informetría para evaluar con un enfoque sinérgico, o sea,

integrar como un todo orgánico, los distintos criterios evaluativos de las fuentes de información,⁷ entre ellas, los investigadores como generadores de información a partir del acervo que obtienen como resultado de su quehacer científico-tecnológico. Su expresión matemática viene dada por:

Fórmula pág. 40

Donde:

F_i : Fuente a evaluar.

F^* : Fuente patrón (modelo ideal), como punto de referencia comparativo de las fuentes a evaluar.

F^*_j : Valor de la variable j (criterio de valoración) en la fuente patrón.

F_{ij} : Valor de la variable j (criterio de valoración) en la fuente i .

r_j : Desviación típica de la variable j , o sea, del criterio de valoración.

r_{jk} : Coeficiente de correlación de la variable j y la variable k .

La definición de fuente de información patrón se puede establecer a partir de dos criterios: I) la peor (P^-) cuando los valores en cada una de las variables sean los peores; II) la mejor (P^+) cuando los valores alcanzan los mayores valores en cada una de las variables consideradas.

El RSM mide una distancia, por tanto, la fuente de información más relevante o importante con respecto a (P^-) es aquella cuya distancia sea mayor a la fuente patrón y, en el segundo caso, es aquella fuente que se aproxime más a la mejor (P^+). Cuando los valores de las variables son los mejores, los valores del RSM se ordenan de forma creciente, de menor a mayor. Cuando los valores de las variables son los peores, los valores del RSM se ordenan de forma decreciente, de mayor a menor. Para calcular la distancia del RSM (F_i , F^*) de una fuente con respecto a la fuente patrón es imprescindible tener establecido el orden o criterio de importancia de cada una de las variables.

Ordenamiento de las variables en la matriz:

- - Se define la más importante, con menos carga subjetiva.
- - A continuación se define la siguiente en importancia según el valor del coeficiente de correlación más alto de las variables restantes con respecto a la definida como la más importante.

La otra variable en importancia se determina en forma similar, mediante el valor más alto del propio coeficiente de correlación, pero calculado ahora entre la segunda variable en importancia y las $n-2$ restantes, y así sucesivamente.

El objetivo de la productoria en la fórmula es:

- - No contar más de una vez los efectos múltiples que se originan cuando hay solapamiento en la información intrínseca entre las variables, conocido por colinealidad múltiple entre las variables
- - Si no se excluye ese efecto, estaría considerándose más de una sola vez, lo que puede producir aberraciones en el resultado final, ya que en la naturaleza el efecto actúa sobre el fenómeno una sola vez, pero suele ocurrir que se mida ese efecto de distintas maneras.

Una vez calculados los coeficientes de correlación correspondientes para definir el ordenamiento de las variables para calcular el RSM, se procede a construir la matriz secundaria. Por consiguiente, su ordenamiento viene dado por los valores de los coeficientes de correlación entre las variables consideradas.

La aplicación del RSM sería de utilidad, a partir de los criterios valorativos correspondientes seleccionados sobre el desempeño de los investigadores de una institución científica dada, para establecer un ordenamiento jerárquico de su aporte al desarrollo de la ciencia.

Algunas consideraciones finales

Para nadie es secreto que la mayoría de los criterios utilizados para evaluar el desempeño de los investigadores y, por ende, de la ciencia en su conjunto, obedece a los patrones internacionales, establecidos por aquellos países altamente desarrollados, en otras palabras, son más bien criterios nacionales de esos países, impuestos al resto de la comunidad internacional.

Por otra parte, es importante subrayar que toda evaluación del desempeño de los investigadores, así como de las respectivas instituciones científicas donde trabajen deben verse bajo una óptica integral, sistémica, que considere la triada de la producción analizada (la científica, la documentaria y la citacional), o sea, de la salida de todo sistema científico y no sólo bajo una de estas aristas, pues dicha evaluación estaría de entrada sesgada.

Para los países de América Latina se abren nuevas perspectivas en la creación de indicadores más apropiados en la medida de que se disponga de una herramienta informacional que facilite evaluar la producción de los investigadores del área, es decir, de sus instituciones científicas. LATINDEX es el primer intento serio y de importancia en organizar todo el acervo científico documental generado en el Caribe y el continente latinoamericano. Sería, en el futuro, el índice de citas latinoamericano. A partir de él se podrán establecer indicadores que reflejen con más fidelidad los distintos fenómenos de la comunicación científica.

Se requiere el apoyo de la informática para disponer de herramientas computacionales de propósito cuantitativo e informático que contribuyan humanizar y viabilizar las investigaciones tendientes a evaluar el desempeño de los científicos, que salven o reduzcan las barreras matemáticas del personal que trabaja en las unidades de información. En ese sentido, se ha elaborado un programa de aplicaciones cubano bajo el nombre de INFOCAM que permite realizar estudios de carácter cuantitativo e informático. Su diseño se basa en el alcance conceptual de fuente de información. Permite aplicar, entre otras posibilidades estadístico-matemáticas, los modelos informáticos fundamentales (Bradford, Lotka, Zipf, Leimkhuler, etc.), módulos dedicados al análisis de citas, análisis de textos para aplicaciones de la técnica de análisis de contenido, etc., con fines de contribuir a la inteligencia científica, tecnológica, etc. [23].

Los autores están conscientes de que el tema no está agotado, solo han esbozado un conjunto de ideas para empezar a debatir sobre el tema de evaluación del desempeño de los investigadores con el ánimo de hallar los criterios, métodos y/o procedimientos que

se adapten mejor a las condiciones de los países en vías de desarrollo.

Referencias

- 1) *Webster's Dictionary Seven New Collegiate Based on Webster's Third New International Dictionary*. La Habana. Edición Revolucionaria, 1977.
- 2) Morales-Morejón, M. y Morales-Aguilera, M. M. Compendio Enciclopédico de Informática y Ciencia de la Información. La Habana, 1999 (inédito).
- 3) Wolfram, E. *et al.* Growth of knowledge: bibliometric analysis using online database. *En: Informetrics* 89-90. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, pp. 355-372.
- 4) Braun, T. y S. Zsindely. Growth of scientific literature and the Barnaby effect. *Scientometrics* 7(3-6):529-530, 1985.
- 5) Angell, M. Publish or perish: a proposal. *Annals of Internal Medicine* 104:261-262, 1986.
- 6) Broad, W. J. The publishing game: getting more or less. *Science* 211:1137-1139, 1981.
- 7) Abelson, P. H. Excessive zeal to publish. *Science* 218:1, 1982.
- 8) Swanson, D. R. Two medical literatures that are logically but not bibliographically connected. *Journal of the American Society for Information Science* 38(4):228-33, 1987.
- 9) Swanson, D. R. A second example of mutually isolated medical literatures related by implicit, unnoticed connections. *Journal of the American Society for Information Science* 40(6):432-5, 1989.
- 10) Swanson, D. R. Somatomedin and Arginine: implicit connections between mutually isolated literatures. *Perspectives Biol Medicine* 33(2):157-86, 1990, Winter.
- 11) Swanson, D. R. Medical literature as a potential source of new knowledge: a legacy of Manfred Kochen. *Bulletin of the Medical Library Association* 78(1):29-37, 1990.
- 12) Morales-Morejón, M. *et al.* *Clasificador uniforme de servicios científico-técnicos de la actividad científico-informativa*. Instituto de Documentación e Información Científica y Técnica, La Habana, 1990, 46 p.
- 13) Sen, B. K. Análisis teórico del proceso de cita. *Forum Internacional de Información y Documentación* 15(1):3-7, 1990.
- 14) Morales-Morejón, M. Utilización del análisis informétrico para evaluar el flujo de información documental en el campo de las enfermedades y plagas en los cítricos. (Tesis doctoral). Academia de Ciencias de Bulgaria, Centro de Información Científica con Biblioteca Central y Archivo Científico. Sofía, 1990. 161 p. y anexos.
- 15) Garfield, E. *Citation indexing its theory and applications in science, technology and humanities*. New York. John Wiley. 1979.
- 16) Hjerpe, R. *An outline of bibliometrics and citation analysis*. Stockholm, The Royal Institute of Technology Library, Report TRITA-LIB 6014, December 1980; 82 p.
- 17) Markusova, V. A. Referencias informales en los documentos científicos (en ruso). *Nauka i techn. Vopr. Istorii i teorii* 7(1):80-83, 1972.
- 18) Moravcsik, M. J. The assessment of scientific output. *Workshop on Science and Technology Indicators in the Higher Education Sector*. Paris, June 1-13. 1985. OECD-DSTI/S-PR/85, 24/07.
- 19) Sokolov, A.V. (1982) Objeto y tema de estudio de la Bibliotecología, la Bibliografía y Ciencia de la Información: un análisis metateórico. (En Ruso).

(Obekty i predmety bibliotekovedenija, bibliografovedenija i informatiki /metrateoreticheskij analiz/). Svjaz bibliotechno-bibliograficheskikh disciplin s informatikojj: (Compilación) *Sb. nauchnykh trudov LGIK im. N.K. Krupskojj* 68:10-46, 1982.

- 20) Chubin, D. E. y S. D. Moitra. Content analysis of references: adjunct or alternative to citation counting? *Social Studies of Science* 5(4):423-441.
- 21) *Pequeño Larousse Ilustrado*. París. Ediciones Larousse. 1964.
- 22) Academia de Ciencias de Cuba. Información de Documentación e Información Científica y Técnica. Diccionario de Términos de Informática: Español - Ruso - Inglés. 2T, La Habana, IDICT, 1977.
- 23) Barquín-Cuesta, J. P.; M. Morales-Morejón, A. Cruz-Paz. INFOCAM: software for informetrics and scientometrics purposes. Fith International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics. Proceedings - 199, June 7-10, 1995. Sponsored by Rosary College Graduate School of Library & Information Science. River Forest, Illinois. Usa. Learned information, Inc. Medford. N.J. 1995.

Recibido: 3 de mayo de 1999.

Aprobado 20 de mayo de 1999.

Melvyn Morales-Morejón

IDICT

Capitolio Nacional. Industria entre Dagonés y San José.

La Habana 10200, Cuba

Correo electrónico: <<moralesmmm@idict.cu>>

Notas

¹Más adelante se aborda las ventajas e inconvenientes de dicho método.

²También conocida en la práctica como *salame*.

³Entiéndase por conjunto de procesos de presentación, transferencia y obtención de la información científica en la sociedad humana, los que constituyen el mecanismo principal de existencia y desarrollo de la ciencia. La comunicación científica puede estar entorpecida cuando se restringe el libre flujo de las ideas y de la información. Las restricciones limitadas sobre el flujo libre de la información, afectan la retroalimentación, demoran la detección de los errores y la duplicación, frenan la evaluación crítica de los trabajos científicos y como resultado socavan el ritmo de descubrimiento científico. La existencia y permanencia de una comunicación científica abierta y vigorosa dentro de toda nación y más allá de sus límites contribuye al desarrollo de ideas nuevas y al fortalecimiento no sólo de la ciencia, sino también de la sociedad en su conjunto.

⁴Aunque, generalmente, no es comercializable se convierte en información en el momento que se comunica a través de revistas de alto valor científico u otro medio.

⁵Para consultar un estudio de las prácticas formales de referencia consúltese el trabajo de Dutta y Rajagopalan S. Dutta y T. S. Rajagopalan. Literature citation in scientific and technical periodicals - a survey, publicado en *J. Sci. Industr. Res.* 17A(July):259-

261.1958.

⁶Por objeto de estudio de una ciencia se entiende la cosa material o fenómeno del mundo real, cuyas partes estudia, a partir de las tareas planteadas por ella; mientras que por tema de estudio de una ciencia se entiende aquellas regularidades del objeto estudiado que está llamada a revelar. Por ejemplo: el libro se manifiesta como objeto de estudio de una serie de disciplinas (Poligrafía, Teoría y práctica de la redacción, Bibliología, Bibliotecología y otras), pero cada una de estas tiene su propio tema de estudio [19].

⁷ Bajo este término se entiende todo sujeto u objeto que genere, contenga, suministre o transfiera otra fuente de información [14]. El concepto de objeto se refiere a toda parte de la realidad circundante (cosa, fenómeno) que participa en el proceso de interacción, mientras que en el aspecto gnoseológico, constituye una cosa o fenómeno hacia el que se dirige la actividad cognoscitiva o práctica del sujeto. Los términos *objeto* y *sujeto* no se deben entender en el sentido lato de sus etimologías.

R “*Objeto*: cualquier cosa que se ofrece a la vista y afecta los sentidos; sujeto: persona, individuo” [21]. Se debe entender por objeto, además, “...determinada parte de la realidad circunstante (cosa, fenómeno) que participa en el proceso de interacción” [22, p. 13].

R En el aspecto gnoseológico, el objeto es “una cosa o fenómeno hacia el que se dirige la actividad cognoscitiva o práctica del sujeto”; y por sujeto al “ser humano que ejerce actividad cognoscitiva sobre la realidad circunstante. En el aspecto gnoseológico, el sujeto se opone al objeto” [22, p. 13].

R Con esta definición se plantean dos cuestiones primordiales: a) Todo lo existente porta información (ya sea que la genere, contenga, suministre o transfiera). b) La oposición sujeto-objeto en el flujo del conocimiento /información).

R En esta oposición es evidente que el hombre –el sujeto– es la fuente integral, pues el mismo genera, contiene, suministra o transfiere información de forma separada, por momentos, o completa, a la vez. En cambio la naturaleza, con sus creaciones, es la otra fuente generadora de información: los objetos de la definición. Es decir, cuando se toma como ejemplo la fuente de información “médula espinal”, la que genera (crea, produce) los elementos constitutivos de la sangre que, sin lugar a dudas, es otra fuente de información, pues a través de ella se obtiene, entre otras, información sobre el estado del individuo que la porta, se está en presencia de la generación (contención, etc.) de información independiente de la cognición humana.