

Un acercamiento al análisis del desempeño de investigadores en biomedicina

Gerardo Gamba^{*,**}

*Revista de Investigación Clínica. Institutos Nacionales de Salud. **Unidad de Fisiología Molecular, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán e Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Performance analysis of scientific researchers in biomedicine

ABSTRACT

Background. There is no data about the performance of scientific researchers in biomedicine in our environment that can be used by individual subjects to compare their execution with their peers. **Material and methods.** Using the Scopus browser the following data from 115 scientific researchers in biomedicine were obtained: actual institution, number of articles published, place on each article within the author list as first, last or unique author, total number of citations, percentage of citations due to the most cited paper, and h-index. Results were analyzed with descriptive statistics and simple linear regressions. **Results.** Most of scientific researchers in the sample are from the National Institutes of the Health Ministry or some of the research institutes or faculties at the Universidad Nacional Autónoma de México. Total number of publications was < 50 in 26%, from 50 to 100 in 36.5%, from 101 to 150 in 18.2%, from 151 to 200 in 9.5%, and more than 200 papers in 9.5%. The researcher was considered to be the main author, by being the first, the last or the unique author, from the 22 to 91% of the papers, with 75% being main author in more than 50% of the manuscripts. Total citations varied from 240 to 10,866. There is a significant correlation between the number of papers and citations, with R^2 of 0.46. In the most cited paper, the researchers were considered the main author in 43%. The h-index varied from 7 to 57. Eight researchers had h-index of less than 10. Most are between 11 and 20, 25% are between 21 and 30 and only 10.4% had an h-index of more than 30. There is a significant correlation between number of published papers and h-index, with R^2 of 0.57. **Conclusions.** This work provides an analysis of scientific publications in a sample of 115 scientific researchers in biomedicine in Mexico City, which can be used to compare the productivity of individual subjects with their peers.

Key words. h-index. Impact factor. Publications. Author. Citation.

RESUMEN

Antecedentes. No tenemos en nuestro medio un referente para que los investigadores puedan comparar su desempeño con el de sus pares. **Material y métodos.** En el buscador Scopus se obtuvieron los siguientes datos de 115 investigadores en biomedicina: institución de adscripción principal, número de artículos publicados, posición en dichos artículos (primero, último o único autor), número total de citas recibidas, porcentaje de las citas totales que proviene del artículo más citado e índice-h. Los datos se analizaron con estadística descriptiva y con regresión lineal simple. **Resultados.** La muestra estuvo conformada mayoritariamente por investigadores de los Institutos Nacionales de Salud y de algunos institutos y facultades de la Universidad Nacional Autónoma de México. La publicación total de artículos fue < 50 en 26%, entre 50 y 100 en 36.5%, entre 101 y 150 en 18.2%, entre 151 y 200 en 9.5% y más de 200 artículos en otro 9.5%. Se puede considerar que el investigador es el autor responsable, por ser el primero, el último o el único autor, desde el 22 hasta en 91% de los artículos. El 75% figura como responsable en más de 50% de sus trabajos. Las citaciones totales obtenidas por investigador van desde 240 hasta 10,866. Se observó correlación significativa entre el número de artículos publicados y el número de citas, con R^2 de 0.46. Los autores son los responsables en su artículo más citado en 43% de los casos. El índice-h va de 7 a 57. Ocho investigadores tienen 10 o menos. La gran mayoría está entre 11 y 20, 25% entre 21 y 30 y sólo 10.4% tiene índice-h mayor de 30. Existe correlación significativa entre el número de artículos publicados y el índice-h. **Conclusiones.** El presente estudio presenta un análisis de publicaciones científicas en un grupo de 115 investigadores en biomedicina en nuestro medio que puede ser utilizado para comparar casos individuales y situarlos en relación con sus pares.

Palabras clave. Índice-h. Factor de impacto. Publicaciones. Autor. Citas.

La evaluación del quehacer científico, como ha sucedido con varios aspectos de la medicina, se ha vuelto más compleja que simplemente mirar el número de artículos publicados por un investigador. De hecho, los investigadores mismos por mucho tiempo hemos argumentado que la calidad de un investigador no puede determinarse por el número de publicaciones o por una publicación en particular, ya que existen muchas aristas relacionadas con el quehacer de un investigador científico, como la formación de investigadores, la generación de bases de datos, software o reactivos y herramientas para investigación y la propiedad intelectual de descubrimientos o desarrollos tecnológicos. Es una paradoja que la evaluación del quehacer científico sea tan imprecisa, cuando una característica de los científicos es la de ser obsesivos en desarrollar sistemas de medición que garanticen la precisión del fenómeno analizado. Este problema es universal. En fechas recientes, y por iniciativa de la Sociedad Americana de Biología Celular, un grupo de científicos y editores generaron un documento conocido como DORA (*Declaration of Research Assessment*) en que se critica seriamente la forma actual en que son evaluados los científicos y se hace una propuesta interesante al respecto (am.ascb.org/dora/).

En este trabajo presento un panorama en México sobre las variables de interés a tomar en cuenta, en relación con las publicaciones, cuando se busca analizar el desempeño de un investigador científico en el área de la biomedicina. No sólo interesa el número, sino el tipo de revista en que aparecen las publicaciones, el peso específico del investigador en los trabajos en los que aparece como autor, la frecuencia con que ha sido citado y cuáles son sus trabajos más citados. Todo esto genera números e índices que pueden ser útiles al evaluador cuando sabe cómo interpretarlos y balancearlos. No existe un solo parámetro que por sí solo sea suficiente. Además de esto, es necesario tener un referente de comparación para darse una idea del desempeño de un investigador en relación con sus pares y de esta forma reducir la posibilidad de error hacia ambos extremos, es decir, menospreciar o sobrevalorar a un investigador. En este sentido, los datos de referentes nacionales son escasos, por lo que las comparaciones se hacen a menudo con investigadores de otras latitudes, en las que las condiciones laborales son diferentes.

El número de publicaciones no puede ser el parámetro único para evaluar a un investigador. Sería similar a comparar cirujanos por el número de procedimientos quirúrgicos al mes. Podríamos caer en la trampa de pensar que es más activo o mejor el que hizo 200 cirugías en un mes que el que hizo sólo dos, cuando quizá en el primer caso fueron cirugías menores de consultorio, mientras que en el segundo fueron trasplantes de hígado. Por otro lado, si bien es cierto que los investigadores más productivos con frecuencia publican más artículos, también es cierto que se pueden tener muchas publicaciones sin ser necesariamente un investigador. Así, el número de artículos publicados por sí solo no tiene mucha validez para juzgar la trayectoria de un investigador. En la gente joven que está iniciando su carrera en investigación, el número tiene mayor importancia porque se percibe mejor a un estudiante que termina el doctorado con 10 artículos que el que lo hace con uno. De hecho, el ingreso al nivel I del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) depende de tener cierto número de artículos indizados en relación con el grado académico del proponente. Quien tenga grado de doctor necesita menos artículos que aquel con maestría, que a su vez necesita menos artículos que aquel cuyo grado máximo es licenciatura. Por eso, aunque el número de artículos sea el primer parámetro en el que nos fijamos, no es conveniente que con base en éste hagamos un juicio.

Factor de impacto

En el ámbito de las publicaciones, las revistas científicas se dividen en dos grandes grupos: las que están indizadas en el *Journal of Citation Reports* (JCR) del *Institute for Scientific Information* (ISI) y las que no están en ese índice. Se considera que las que sí están son más serias porque se lleva un registro sobre las citaciones que reciben los artículos de dichas revistas, mientras que las que no están registradas en ese índice se consideran de menor calidad porque no se tiene un registro de qué tanto son citados los artículos que ahí se publican. En la evaluación para ingreso, permanencia o promoción en el SNI sólo se toman en cuenta las publicaciones en revistas indizadas en el JCR.

En la reciente versión del JCR, que corresponde al 2012, se reportaron indizadas 8,411 revistas. De cada una de éstas el JCR informa una serie de variables que tienen diversas utilidades, como el número total acumulado de citaciones que ha recibido una

Cuadro 1. Ejemplos de revistas indizadas en el *Journal of Citation Reports* (versión 2012).

Lugar	Revista	Citas totales	Factor de impacto	Artículos citables
1	CA-Cancer J Clin	13,722	153.45	25
2	New England Journal of Medicine	245,605	51.65	360
6	Lancet	166,922	39.06	313
22	JAMA	121,504	29.97	220
59	British Medical Journal	81,336	17.2	328
91	Annals of Internal Medicine	46,908	13.97	176
110	Journal of Clinical Investigation	94,296	12.8	394
134	Annals of Neurology	32,256	11.19	173
347	Annals of Surgery	36,761	6.32	301
612	American Journal of Medicine	22,724	4.76	173
776	Medicine	4,900	4.23	35
1,352	American Journal of Cardiology	34,877	3.2	594
2,534	Digestive Disease and Science	11,665	2.26	403
3,241	Journal of Dermatology	2,006	1.76	118

Cuadro 2. Distribución de las revistas por factor de impacto en el *Journal of Citation Reports* (versión 2012).

Factor de impacto	Cantidad
>20	47
10 a 19.99	110
6 a 9.99	224
5 a 5.99	175
4 a 4.99	314
3 a 3.99	628
2 a 2.99	1,337
1 a 1.99	2,379
< 1	3,197

revista, el factor de impacto (FI) del año que se reporta (2012 es el más reciente), el FI promedio en los cinco años previos y la vida media de citaciones de artículos de esa revista en particular. De estos números, el que más interesa a los sistemas de evaluación es el FI, que va de 0.005 hasta 153.45 en las 8,411 revistas indizadas. Con excepciones que pueden discutirse, en general es cierto que mientras más alto sea el FI, mejor es la revista. Sin embargo, como sucede con muchas mediciones, en los extremos se pierde la utilidad. Es fácil ver que dentro de una misma especialidad, una revista con FI de 24 es mucho mejor que otra con FI de 2. En cambio, entre dos revistas con FI de 1 y 2, aunque sea el doble, no se percibe mucha diferencia, como tampoco lo es si comparamos una con FI de 24 y otra de 38. Es como la creatinina sérica, se percibe gran diferencia entre tener 0.6 y 6.5 mg/dL, pero no así cuando comparamos 0.4 con 0.7 mg/dL, o 6.7 con 9.0 mg/dL.

El FI se obtiene de dividir el total de citas recibidas por una revista en el año analizado (en este caso 2012) a los artículos publicados en los dos años anteriores (2011 y 2010). Además de la calidad de la revista, este factor se ve afectado por varias situaciones, de las cuales resalto cuatro. La primera es el tipo de investigación que publica. Como sólo se toman en cuenta para el cálculo del FI las citas recibidas en un año a los artículos publicados los dos años inmediatos anteriores, entonces la velocidad con la que se producen artículos en una disciplina determinada afecta el FI de la revista. La investigación básica tiene más probabilidad de ser citada a los pocos meses de publicada que la investigación clínica, por lo que las revistas que incluyen investigación básica tienen mejores FI. Si el lector piensa cuál es la mejor revista de su especialidad, seguramente es una que dedica parte de su espacio a la publicación de investigación básica.

Por otro lado, el tema que se publica. La revista con el mayor FI, 153.45, es *CA-Cancer Journal for Clinicians*. Para que el lector se dé una idea, la siguiente revista es el *New England Journal of Medicine* con 51.65 de FI (la tercera parte). El cuadro 1 muestra el FI de varias revistas, con el lugar que ocupan en la lista total, y el cuadro 2 muestra la distribución de revistas por factor de impacto. Sólo 157 revistas tiene factor > 10. Es interesante que la revista con mayor FI es desconocida para la gran mayoría de los investigadores. ¿Qué tiene esta revista poco conocida que le da un FI tan alto? Resulta que publica muy pocos artículos al año: 19 en 2011 y 18 en 2012, pero son los reportes sobre las estadísticas anuales y posicionamientos oficiales en relación

Cuadro 3. Relación entre el factor de impacto y el número de citas recibidas a los 20 artículos más citados de un investigador.*

Revista	Factor de impacto	Año de publicación	Número de citas
Nature	36.2	1993	1985
Nature	36.2	1993	834
Cell	32.4	1993	731
Journal of Biological Chemistry	4.7	1994	446
Nature Genetics	35.5	1994	431
Proceedings of the National Academy of Sciences USA	9.8	1995	429
Journal of Biological Chemistry	4.7	1996	351
Journal of Biological Chemistry	4.7	1998	311
Proceedings of the National Academy of Sciences USA	9.8	2003	305
Proceedings of the National Academy of Sciences USA	9.8	1993	286
Nature genet	35.5	2003	262
American Journal of Physiology	3.6	1998	244
New England Journal of Medicine	52.1	1995	237
AJP renal	3.6	1981	231
Journal of Biological Chemistry	4.7	1984	225
Nature	36.2	1989	191
American Journal of Physiology	4.7	2001	189
PNAS	9.8	1996	188
Journal of Experimental Biology	2.9	1997	175
Annual Review of Physiology	20.8	1997	175

*Ejemplo real.

con el cáncer en Estados Unidos por los que recibió, en 2012, 2,758 citas a los artículos de 2011 y 2,920 citas a los de 2010. Así, 5,678 citas a 37 artículos da 153.45. Siegel, *et al.*,¹ en esta revista publicaron las estadísticas de cáncer 2013 que seguramente serán muy citadas en 2014 y 2015. En cambio, en 2011 la revista *Nature*, que está en el lugar 7 con FI de 38.5, recibió 31,102 citas a los artículos de 2011 y 34,629 a los de 2010, es decir, *Nature* recibió 65,731 citas, que son 60,053 más que las que recibió el *CA-Cancer Journal for Clinicians* en el mismo periodo, pero el numerador para *Nature* fue de 1,703 y no 37.

La segunda es la cantidad y calidad de las revisiones que publique cada revista. Las revisiones tienden a ser citadas pronto y mucho, porque con frecuencia los autores queremos citar el mejor, pero sobre todo, el más reciente artículo que revise un tema, con lo que nos ahorramos espacio en citas y en ocasiones buscar la fuente principal del argumento. Las revisiones se citan a veces tan a la ligera que de hecho no es infrecuente ver citas a revisiones que no contienen la información que el autor dice que contienen. Por lo tanto, las revistas que publican buenas revisiones tienen mejores FI. De las 60 revistas con mayor FI, 23 (40%) publican únicamente revisiones.

La tercera es el área de la revista. Mientras más gente trabaje en una disciplina en particular,

más probabilidad hay de obtener citaciones. Por ejemplo, en parasitología una revista con FI de 4.5 ocupa el cuarto lugar en esta disciplina, mientras que en hematología, inmunología, neurociencias o bioquímica, una revista con FI de 4 ocupa el lugar 15, 31, 51 y 65, respectivamente. Entonces, mientras que en una disciplina publicar en una revista con FI de 4.5 puede ser muy bien valorado, en otras no lo es.

La cuarta es el hecho de que el FI de la revista en la que un investigador publique no garantiza que el artículo se va a citar en pocas o muchas ocasiones. Se sabe que 50% del FI de una revista se obtiene de apenas 15% de lo que publica. Entonces, más bien es la originalidad, calidad y el momento del artículo lo que determina este efecto. Hay artículos de las revistas con los más altos FI que se han citado miles de veces y otros que no que llegan ni a 40 citas. El cuadro 3 muestra un ejemplo real en el que se tabulan los 20 artículos más citados de un investigador que tiene más de 200 publicaciones. Se muestra la revista en que se publicó cada artículo, el FI, el año de publicación y el número de citas que cada artículo ha recibido hasta junio de 2013. Los resultados se muestran ordenados por el número de citas recibidas en cada artículo. Como era de esperarse, por un lado, los dos artículos más citados de este autor se

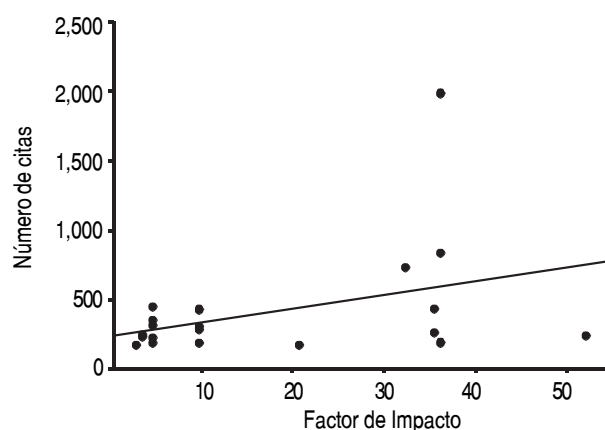


Figura 1. Relación entre el factor de impacto y el número de publicaciones en los 20 artículos más citados de un autor. $R^2 = 0.14$, $p = NS$.

publicaron en *Nature*, revista de muy alto impacto y, por otro lado, en la lista sólo uno de 20 artículos se publicó en una revista con FI menor cercano a 3, lo que sugiere que existe cierta correlación. Sin embargo, otro artículo publicado por este autor en *Nature* ocupa el lugar 16 de la lista y arriba de éste hay artículos publicados en revistas con mucho menos FI, pero que han recibido más citas, a pesar de que algunos se publicaron hasta 10 años después. Nótese entonces que el mismo autor tiene dos artículos en *Nature*, uno que ha sido citado 10 veces más que el otro (1985 vs. 191). La figura 1 muestra que en estos 20 artículos la regresión lineal entre el FI y el número de citas no es significativa, con una R^2 de 0.14.

El momento del artículo se refiere a que hay trabajos que por sí solos hubieran recibido pocas citas, pero un siguiente artículo los potencia. Por ejemplo, la identificación molecular de una nueva familia de cinasas conocidas como WNKs² hubiera sido menos citada por sí sola, pero, meses después otro grupo mostró que esa cinasa es causante de hipertensión arterial cuando está mutada,³ lo cual atrajo la atención de muchos investigadores hacia el artículo de clonación de la WNK1, que de otra forma nunca hubieran tenido interés en él.

Sobre la evaluación de investigación

Ya que el lector tiene claro de qué se trata y cuáles son las limitantes del FI, entonces entenderá por qué es criticable que algunos sistemas de evaluación pongan énfasis particular en el FI de las publicaciones de un investigador. Esto es un problema porque el FI es una medición que se generó para determinar la calidad de las revistas, con el objetivo de que los

Cuadro 4. Clasificación y puntaje de revistas según la CCINSHAE.

Grupo	Factor de impacto	Puntos Primer autor o responsable	Puntos coautor
I*	0	10	8
II**	0	25	20
III	0.1 a 3.0	50	40
IV	3.1 a 6.0	100	80
V	> 6.0	200	160

*No indizada en JCR, pero en al menos un índice bibliográfico. **No indizada en JCR, pero reconocida como revista mexicana de excelencia según CONACyT.

bibliotecarios pudieran decidir entre miles de opciones cuáles tomar en cuenta al decidir las suscripciones. Sin embargo, se ha utilizado en forma indebida para medir la calidad de los investigadores, lo que ha sido sujeto de crítica.^{4,5}

Un ejemplo es el caso de la evaluación de investigadores por parte de la Dirección General de Políticas de Investigación en Salud de la Comisión Coordinadora de los Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad (CCINSHAE) de la Secretaría de Salud. En ésta, la productividad de un investigador en el año inmediato anterior se mide con puntos que se obtienen según el nivel de la revista en donde el investigador publicó cada artículo. La CCINSHAE divide a las revistas según lo muestra el cuadro 4, y a los artículos publicados en cada grupo les da un puntaje, que es mayor cuando el investigador es el autor principal o responsable, que cuando no lo es. De esta manera, la coordinación da un valor numérico a las publicaciones en revistas del grupo V, que es del doble de aquellas en el grupo IV, que a su vez son del doble de las del grupo III. Aunque éste es un esfuerzo por reconocer que los artículos científicos no pueden sólo contarse por número, ya que hay de diversas calidades, tiene dos problemas claros.

El primero es que asume que si un artículo está publicado en una revista del grupo III y no del IV, o del grupo IV y no del V, es exclusivamente responsabilidad del investigador, como si no existieran diversos factores que afectan esta decisión y que son ajenos al investigador, particularmente en la revistas con mayores FI. El segundo es que se admite cierta linealidad que no es real. Se asume que una publicación en revistas del grupo V conlleva el doble de trabajo y recursos que una del grupo IV, y éstas a su vez el doble que las del grupo III; de ahí los puntos obtenidos. Daría la impresión de que enton-

ces el investigador procurará hacer un artículo en una revista de grupo V, que cuatro artículos en revistas del grupo III. Pero resulta que no hay tal linealidad. Cualquier investigador que ha publicado en revistas del grupo V sabe que no es así. Un artículo científico en una revista del grupo V puede representar un esfuerzo mental, laboral y económico al menos 10 veces mayor que en una revista del grupo IV y podría ser 50 o 100 veces más que una del grupo III. Esto se ve, además, afectado hacia ambos extremos de los grupos. Por ejemplo, la diferencia puede ser mínima entre una revista con FI de 5.7 (grupo IV) y otro con 6.3 (grupo V), mientras que publicar en una revista con FI de 3.2 (grupo IV) puede ser 100 veces más fácil que en una con FI de 32 (grupo V). Así, paradójicamente, los investigadores encuentran que es más fácil obtener los mismos puntos al hacer cuatro artículos para revistas de grupo III, que uno para el grupo V.

Otro problema con este sistema de evaluación es que, aunque reconoce que el esfuerzo es mayor cuando el investigador es el responsable del manuscrito que cuando sólo es coautor, nuevamente la linealidad que asume dista mucho de ser real. Tomemos como ejemplo la diferencia de puntos recibidos cuando se es responsable de una publicación en revistas del grupo V, que cuando se es coautor: 200 *vs.* 160, o sea, el coautor obtiene 80% de los puntos que obtiene el responsable. Ser el responsable de una publicación en una revista del grupo V requiere de un trabajo enorme, que con frecuencia inicia desde conseguir el donativo para hacer el estudio, que puede ser más laborioso que el estudio mismo y la publicación juntos. Dicen en el medio que una publicación en *Nature*, *Cell*, *Science*, etc. significa que se invirtió en ello un millón de dólares. El responsable tuvo que generar la infraestructura necesaria para llevar a cabo los experimentos relacionados, así como la idea original del estudio, coordinar a los diferentes participantes, hacer los análisis pertinentes y escribir el artículo, quizá varias veces y con formatos diferentes, porque en revistas del grupo V la garantía de aceptación es nula. Finalmente, el responsable deberá pasar por la revisión editorial de un artículo en ese nivel de revistas que puede incluir de tres a seis revisores, lo más exigentes posible. A veces contestar las dudas de los revisores requiere de varios meses de trabajo experimental (casualmente, mientras escribía estas líneas, recibí la solicitud de *Nature Medicine* para volver a revisar un manuscrito del que di mi opinión hace tres años). No hay forma de ser el responsable de un artículo en revistas del grupo V sin hacer todo esto. En cambio, el esfuerzo de un

coautor puede ser cercano al del responsable, o mínimo, y es difícil determinarlo. Algunos artículos tienen pocos autores y ahí puede uno asumir que el papel de cada coautor fue importante, mientras que otros tienen decenas de autores. A veces son tantos, que algunos sólo aparecen en un apéndice de autores, que de un tiempo para acá, ya ni siquiera se incluye en el artículo impreso, sino sólo en la versión en línea, por lo que es imposible saber cuál fue la contribución del investigador evaluado. Por lo tanto, un coautor puede ser, desde alguien que participó en forma activa e importante en el estudio, hasta quien sólo envió muestras biológicas de enfermos a un investigador/colega de otro país para su análisis o incluyó algunos pacientes en un estudio multicéntrico internacional financiado por la industria farmacéutica y que fue diseñado, analizado y gobernado por gente a la que probablemente ni siquiera conoce. De lo anterior se desprende que los sistemas de evaluación deben de desarrollar una forma de separar mejor a la hora de calificar a los autores responsables que a los coautores.

Índice-*h*

Con las salvedades comentadas arriba, el número de publicaciones y el FI podrían ser de cierta utilidad para evaluar la productividad de un investigador a corto plazo, por ejemplo, el desempeño de los últimos tres años. Sin embargo, a largo plazo no es tan útil como lo puede ser el análisis de la relación entre el número de publicaciones y las citas que ha recibido. El problema en este sentido es que el número total de citas de un investigador puede o no reflejar su calidad científica. Hay investigadores que tienen muchas citas totales, porque varios de sus artículos se han citado en muchas ocasiones, pero otros en los que un porcentaje considerable de citas vienen de un solo artículo, en el que fueron coautores. Como veremos más adelante, estos ejemplos no son hipotéticos, existen. Para tratar de resolver este asunto y a la vez generar un índice de medición fácil de computar, Hirsch⁶ propuso el índice-*h* como una medida para analizar las citaciones de un académico.

El índice-*h* se refiere al número de artículos de un investigador que han sido citados al menos ese mismo número de veces. Por ejemplo, tres investigadores han publicado 100 artículos cada uno. El investigador A tiene índice-*h* de 10, el B de 25 y el C de 40; eso quiere decir, para el investigador A, que de los 100 artículos, 10 han sido citados al menos 10 veces, mientras que 90 han sido citados menos de 10 veces o no han recibido ninguna cita.

El investigador B, de los 100 artículos publicados, 25 han sido citados al menos 25 veces y los otros 75 menos de 25 veces. Finalmente, el impacto/calidad del investigador C se percibe mejor porque de sus 100 artículos, 40 han sido citados al menos 40 veces y 60 han recibido menos de 40 citas cada uno. Es, por tanto, un índice fácil de calcular, toda vez que uno conozca el número de artículos de un autor y cuántas citas ha recibido cada uno de ellos.

Como los demás parámetros de medición, el índice-*h* tiene sus limitaciones y por ello no puede utilizarse aisladamente, sino en el contexto del resto de los elementos que podemos utilizar en la evaluación. Una limitante del índice-*h* es que no toma en cuenta la disciplina de cada investigador. Hay disciplinas en las que los índices-*h* son mayores que en otras. Sin embargo, la facilidad en su cálculo lo ha convertido en un índice popular en el análisis del desempeño de investigadores, al grado de que algunas instituciones toman en cuenta el índice-*h* en el proceso de promoción en la escala laboral de investigadores.

Para que un profesional en cualquier campo pueda valorar su desempeño es necesario que tenga a la mano un referente de comparación. Éste puede ser a nivel local, nacional o internacional y así saber si uno se desempeña, como decía el maestro Orozco, como “el mejor del mundo o al menos, el mejor del rumbo”. En el medio de investigación en biomedicina hay huecos a este respecto porque no contamos con referentes claros para hacer estas comparaciones. Las instituciones generalmente sólo informan cuántos de sus integrantes son o no miembros del SNI y cuántos artículos publican al año, lo cual no es útil para que un investigador en particular sepa qué tan comparable es con sus pares. Esto se debe en parte a que durante muchos años el acceso al currículo de investigadores era imposible, a excepción de que el investigador mismo hiciera entrega de él, en cuyo caso tendría uno que basarse por completo en la información vertida por el propio investigador, sin tener la certeza de que todos los investigadores utilizaron el mismo sistema de búsqueda que permitiera cierto grado de homogeneidad en la muestra. Sin embargo, en los últimos años el advenimiento de buscadores en internet ha hecho accesible conocer algunos aspectos del desempeño de investigadores, lo cual permite construir ciertos referentes.

Este trabajo es una aproximación hacia un análisis del desempeño de investigadores en biomedicina que trabajan en algunas de las instituciones punteras en biomedicina de la Ciudad de México, con inclusión de algunos investigadores del interior de la República. Los resultados pueden ser útiles para que

los investigadores tengamos un referente de comparación que nos permita saber en dónde estamos en relación con nuestro entorno. También puede ser útil para que jóvenes estudiantes que tienen la intención de incursionar en carreras científicas se formulen una idea de cuál es el nivel que existe en la actualidad, al que deberán llegar y, que idealmente, deberían superar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se basa en la búsqueda de ciertos parámetros a través del buscador de Scopus. Seleccioné este buscador porque es el más amable de los que existen para hacer este tipo de análisis. Otras dos posibilidades son los buscadores del ISI y de Google Académico, los cuales son muy adecuados para que un investigador busque su propio caso, o bien, el de otra persona, pero poco amigables cuando se trata de buscar a muchas personas, por lo que no se puede estar seguro de que exista sesgo al no buscar a todos bajo los mismos criterios. Por ejemplo, si buscamos el caso de García Juan (en el ISI, será como “García J” y en Google Académico como “García Juan”) da como resultados todas las referencias con esos datos y no podemos saber cuáles verdaderamente corresponden a nuestro investigador o a homónimos. Además, en nuestro medio es frecuente que un investigador tenga publicaciones en que su nombre sólo tiene el primer apellido, otras en que incluyen los dos apellidos y en ocasiones en que lo que se toma en cuenta es el segundo apellido. Como los sajones con frecuencia tienen segundo nombre, pero sólo utilizan un apellido, entonces, el nombre de Steven Charles Hebert en un buscador se convierte automáticamente en Hebert Steven C. De esta forma, un investigador que publique un artículo como Gerardo Gamba en el buscador pasa a ser Gamba G., pero si publica como Gerardo Gamba Ayala, entonces en el buscador será Ayala Gerardo G., a menos de que los dos apellidos estén unidos con un guión, Gerardo Gamba-Ayala, en cuyo caso quedará registrado en los buscadores como Gamba-Ayala G. En el caso de las mujeres, en nuestro medio, en ocasiones se complica todavía más, porque se pueden encontrar artículos en que la persona utilizó el apellido de casada.

En el buscador de Scopus al introducir el nombre de una persona nos da todas las posibilidades alrededor de él, con uno o dos apellidos, así como la institución y país a la que pertenece. De esta manera, es más probable que uno encuentre todos los artículos de un investigador, que confundirlos con homónimos.

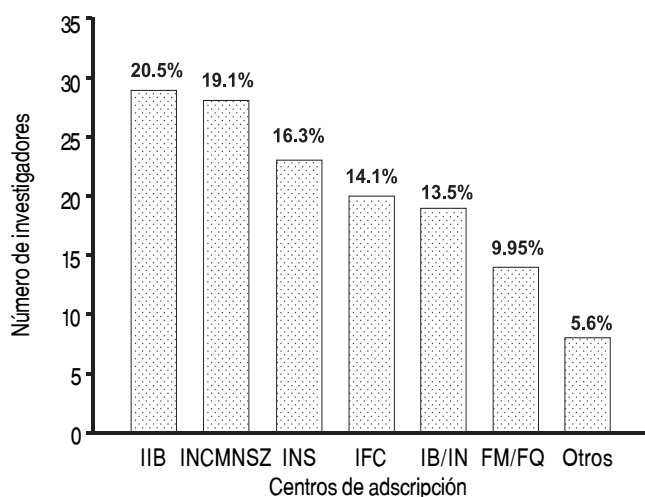


Figura 2. Principal lugar de adscripción en una muestra de 140 investigadores en biomedicina. En ésta y todas las figuras subsecuentes de barras, el eje de las abscisas muestra el número de investigadores y el porcentaje al que este número corresponde se muestra arriba de cada barra.

En el transcurso de una misma semana durante 2013 busqué en Scopus el caso de 140 investigadores. Como el interés del estudio era hacia investigación biomédica se incluyeron mayoritariamente investigadores de los Institutos Nacionales de Salud, de los Institutos de Investigaciones Biomédicas, Fisiología Celular, Biotecnología y Neurobiología, así como las Facultades de Medicina y de Química de la UNAM, y algunos de instituciones privadas o del interior de la República. No se incluyeron investigadores del Instituto Mexicano del Seguro Social ni del Cinvestav. De cada investigador se obtuvo el número de artículos publicados, el número total de citas y el índice-*h*. Se analizó en cada uno el porcentaje de artículos en el que es único autor, primer autor o último autor, se anotó el número de citas del artículo más citado y el lugar que ocupó el investigador como autor en dicha publicación. El servidor Scopus tiene la limitante de que sólo muestra las citas obtenidas de 1996 a la fecha, de tal manera que, aunque muestra las publicaciones anteriores a 1996, las citas que aparecen a estos artículos corresponden a las obtenidas de 1996 en adelante. Por otro lado, para el cómputo del índice-*h* este buscador sólo utiliza los artículos publicados de 1996 a la fecha. Esta limitante es mayor conforme más edad tiene el investigador analizado, ya que el número de citas y el índice-*h* puede ser subestimado, al no computarse los artículos y las citas obtenidas antes de 1996. Por lo tanto, para aquellos investigadores que empezaron a publicar a principios de los 90 y que ahora tienen alrededor de 50 años este problema es menor, mientras

que en los que iniciaron en los 80 o antes, el sesgo será mayor mientras más edad tenga el investigador. En la sección Resultados y Discusión se detalla el procedimiento que se siguió para tratar de reducir este sesgo.

Para que la muestra fuera relativamente homogénea y comparable se analizó primordialmente el caso de investigadores mayores de 45 años, para evitar la inclusión de investigadores jóvenes que tuvieron números menores debido a su temprana edad y no a baja productividad o calidad de su trabajo.

Los resultados fueron analizados con estadística descriptiva y con regresiones lineales simples. Los resultados se expresan en números absolutos y en porcentajes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Origen de la muestra

Se realizó un análisis inicial en 140 investigadores. Como muestra la figura 2, la principal adscripción de los investigadores analizados fue la siguiente:

- 29 (20.5%) del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM.
- 27 (19.1%) del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.
- 23 (16.3%) de otros Institutos Nacionales de Salud.
- 20 (14.1%) del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM.
- 19 (13.4%) de institutos de la UNAM en los estados de Morelos y Querétaro.
- 14 (9.93 %) de las Facultades de Medicina y de Química de la UNAM.
- Ocho (5.67 %) de otras instituciones.

En general, la mayor parte de estos investigadores se escogieron por ser de los más destacados en sus instituciones y mayores de 45 años (con algunas excepciones entre 40 y 45 años), por lo que los números que se presentan en este trabajo podrían ser más bajos si tomáramos en cuenta a todos los investigadores, destacados o no, e independiente de la edad. Lo que es poco probable, sin embargo, es que los resultados fueran mejores. Asimismo, en este análisis prácticamente no están incluidos investigadores de instituciones importantes como el Cinvestav, el Instituto Mexicano del Seguro Social y numerosas universidades del interior de la República, por lo que lo mostrado en este trabajo no necesariamente puede extrapolarse a los investigadores en esas instituciones. Sin embargo, dado que los inves-

tigadores del país compartimos las mismas fuentes de financiamiento y evaluación (v.gr., Conacyt y SNI) es probable que los números en otras instituciones sean similares.

Como fue comentado en la sección Material y Métodos, el servidor Scopus no utiliza algunas referencias de cada investigador para hacer el cálculo del índice-*h*. En la mayor parte de los casos se debe a los artículos publicados antes de 1996, pero en otros porque son publicaciones en revistas que no pertenecen al JCR. De los 140 investigadores, el porcentaje de artículos que tomó Scopus para el cómputo del índice-*h* fue de 91 a 100% de los trabajos en 17 (12.1%), de 81 a 90% en 27 (19.2%), de 71 a 80% en 31 (22.1%), de 61 a 70% en 31 (22.1%), de 51 a 60% en 18 (11.4%) y menos de 50% en 16 investigadores (11.4 %). Por este motivo, se eliminaron 25 investigadores con la más baja proporción de trabajos tomados en cuenta, por considerar que una parte considerable de su productividad sale de las posibilidades de análisis por Scopus debido a la edad. En el resto, 115 investigadores, se recalculó manualmente el índice-*h* tomando en cuenta todos los artículos. El índice-*h* no cambió en 27 casos, pero se incrementó en uno, dos, tres, cuatro, cinco o más de cinco puntos en 16, 20, 14, 17, siete y 14 casos, respectivamente. Finalmente, como ya fue comentado, el buscador Scopus no revela las citas obtenidas antes de 1996 a los artículos publicados antes de esta fecha, pero sí las obtenidas por estos mismos artículos después del 96, por lo que el cálculo del índice-*h* podría estar por debajo del real. Este problema es mayor conforme es más lejana la fecha en que se inició a publicar anterior a 1996.

Número de publicaciones

Por lo expuesto arriba, el análisis presentado a partir de aquí se basa en los 115 investigadores en quienes fue recalculado el índice-*h*. La figura 3 muestra el número total de manuscritos publicados y registrados por el buscador Scopus. El menor y mayor número de artículos fue de 20 y 308, respectivamente. Treinta investigadores de la muestra (26%) han publicado menos de 50 artículos, 42 (36.5%) entre 50 y 100 trabajos y 21 han logrado entre 101 y 150 artículos. Once investigadores (9.5%) tienen entre 151 y 200 artículos y únicamente once han publicado más de 200 artículos. Por lo tanto, podemos generalizar que en nuestro medio, el investigador con menos de 50 artículos publicados alrededor de los 50 años de edad está en general en el cuadrante más bajo

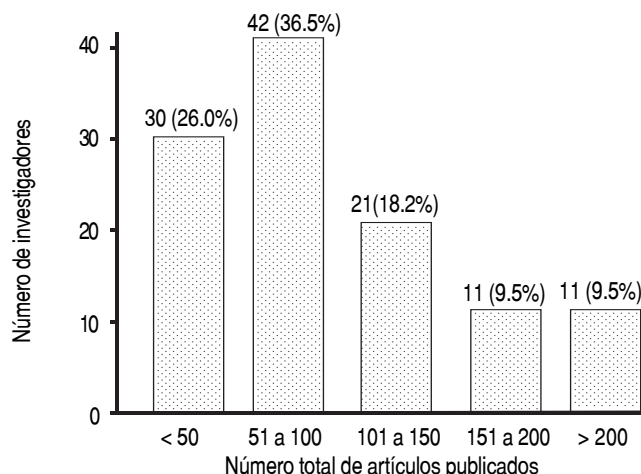


Figura 3. Número total de artículos publicados. Los grupos se dividen de acuerdo con los números indicados.

de productividad, mientras que aquellos con más de 150 publicaciones se localizan en el cuadrante superior. Es necesario recalcar que el número de publicaciones debe de ponderarse en relación con el tipo de revista en que se publica. Pocos artículos en revistas muy buenas puede ser mejor que muchos artículos en revistas de baja calidad. Dado que el total de publicaciones realizadas por los 115 investigadores que se analizan en este trabajo fue de 11,593, sería motivo de un trabajo especial analizar este aspecto.

Orden de los autores

Como fue comentado desde el inicio, el número de artículos publicados como único parámetro dista mucho de ser suficiente para hacer una evaluación justa y razonable del desempeño de un investigador. Conocido el número de publicaciones, la siguiente variable a considerar es determinar el porcentaje de dichas publicaciones que pueden considerarse como propias del individuo, en contraste con aquéllas en que fue colaborador. Un investigador con 40 publicaciones podría aparentar menor desempeño que otro de la misma edad, pero con 80 artículos. Sin embargo, la apreciación cambiaría si observamos que el primero es responsable en 30 de los 40 artículos, mientras que el segundo lo es en 20 de los 80. Para hacer una aproximación a este punto se determinó el porcentaje de artículos en los que el investigador fue el primero, el último o el único autor. Evidentemente cuando el investigador es el único autor no hay duda de que es el responsable del trabajo. En los estudios con múltiples autores se

considera que los autores más importantes del estudio son el primero y el último. Con excepciones puntuales, el primer autor de un artículo científico es quien llevó buena parte de la responsabilidad del trabajo, por lo que no se puede dudar de que es una aportación propia. Suele ser el estudiante que realizó la mayor parte del trabajo, el análisis, aportó algunas ideas y participó activamente en la escritura del manuscrito. En ocasiones no es así y generalmente obedece a alguna injusticia cometida por abuso de autoridad. Este comportamiento poco ético se ve cada vez menos. En la muestra analizada tenemos en un extremo un investigador con 206 publicaciones, de las cuales es el primer autor sólo en 3.4% y en el otro extremo el caso con 296 artículos publicados, de los cuales es primer autor en 48%.

El último autor es generalmente el autor correspondiente o de correspondencia a quien se reconoce como el investigador responsable del estudio, generador de la idea, quien consiguió los fondos para ha-

cer el trabajo y participó en todos los aspectos del mismo, incluyendo la escritura del manuscrito. Por lo tanto, se considera junto con el primer autor, el responsable del estudio. En este punto, sin embargo, hay que aclarar que existen dos razones para suponer que hay cierto sesgo en los resultados del presente estudio. El primero es que, aunque hay una tendencia hacia la baja, todavía existe en algunos jefes de grupo o departamentos la práctica injusta de figurar como el último autor o el de correspondencia en trabajos hechos por investigadores de sus departamentos. La segunda es que en ocasiones ocurre que el autor correspondiente no necesariamente es el último autor. En colaboraciones de grupos, puede suceder que existan dos o tres autores de correspondencia, de los cuales obviamente sólo uno puede ser el último. Por lo tanto, los resultados en la figura 4 podrían variar un poco, pero me parece que el sesgo es admisible si consideramos que la única forma de evitar parte

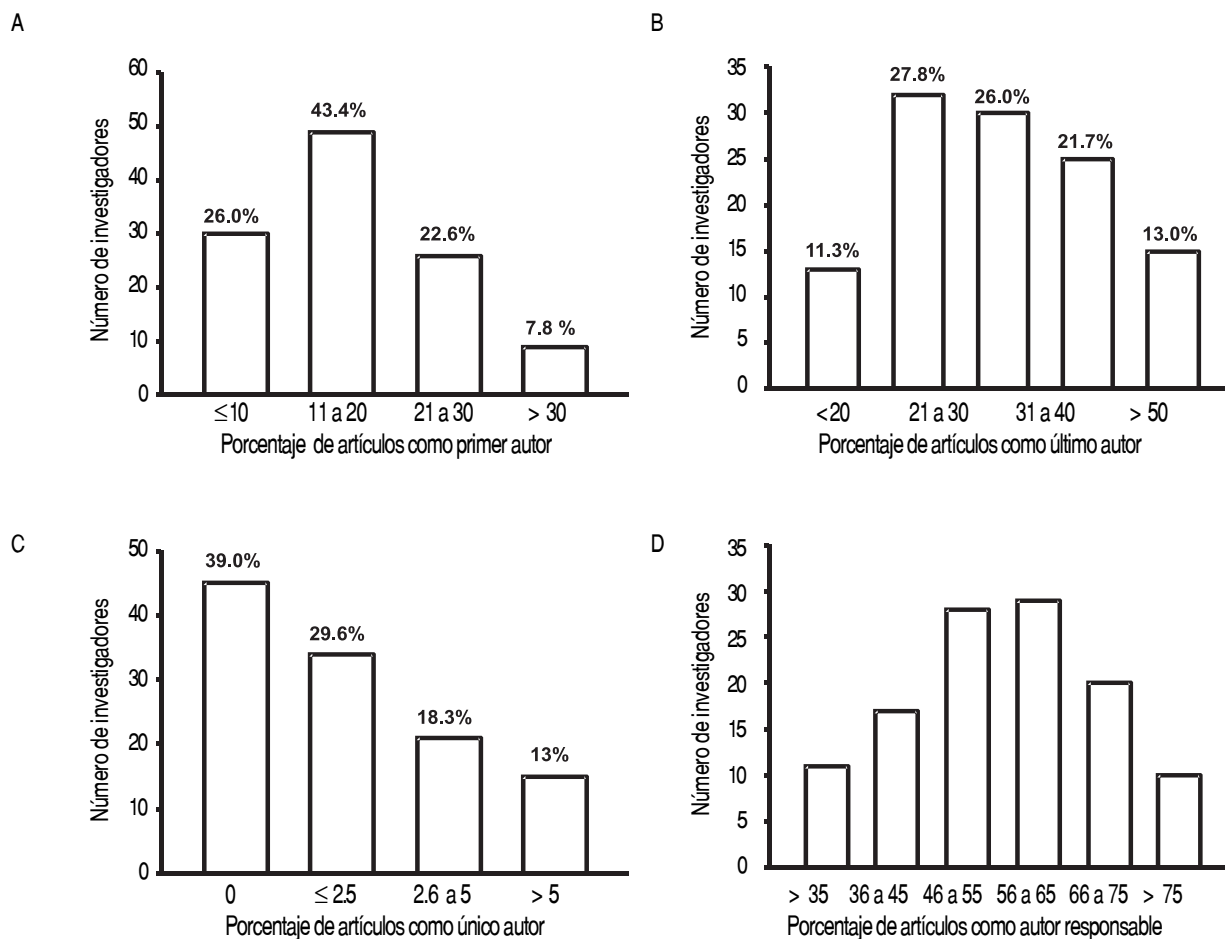


Figura 4. Distribución de manuscritos publicados de acuerdo con el sitio ocupado por el investigador. A. Primer autor. B. Último autor. C. Único autor. D. Los tres anteriores juntos.

del sesgo (no todo) sería revisar uno por uno los 11,593 artículos de la muestra en estudio.

La figura 4 muestra el porcentaje de artículos publicados por los investigadores como primero, último o único autor, así como el total de manuscritos en que puede considerarse como responsable por aparecer como alguno de estas tres posibilidades. Los investigadores fueron el primer autor de 2.6 a 54% de sus artículos, distribuidos según muestra la figura 4A de la siguiente manera:

- 26% es primer autor en menos de 10% de sus artículos.
- 43.4% entre 11 y 20%.
- 22.6% de 21 a 30%.
- 7.8% de los investigadores analizados es primer autor en más de 30% de sus publicaciones.

El bajo porcentaje de primeras autorías en el grupo obedece, al menos en parte, a que la mayoría de los investigadores incluidos son mayores de 45 años y, por tanto, en una proporción considerable de su productividad los alumnos son los primeros autores. Por esta misma razón, los porcentajes se desvían a la derecha tratándose del último autor. Sólo 11.3% de los investigadores figuran como último autor en menos de 20% de sus trabajos (Figura 4B). La mayoría está entre 21 y 50%. El 13% es el último autor en más de 50% de su productividad. Mientras mayor sea el porcentaje, sugiere que el investigador es responsable de sus propios trabajos y no depende tanto de colaboraciones.

Publicamos poco como autores solitarios. Según muestra la figura 4C, 45 investigadores (39% de la muestra) no tiene ningún artículo en el que sea el único autor. En 34 casos (30%) es único autor en menos de 2.5% de sus publicaciones, mientras que 21 investigadores (18.3 %) fueron autores únicos entre 2.6 y 5% de los artículos. Sólo en 15 casos el investigador es autor único en más de 5%. En el caso de los autores únicos los límites van de cero a 42%. Finalmente, la figura 4D muestra el porcentaje que más interesa, que corresponde al total que se puede atribuir a un investigador como responsable de sus publicaciones, es decir, al tomar en cuenta aquéllas en que fue primero, único o último autor. La muestra es muy variada, con límites que van de 22.4 a 91.3%. De la muestra total, 57 investigadores se pueden considerar responsables entre 46 a 65% de su productividad. A esto hay que agregar que otros 30 son responsables en más de 66%. Sin tener muchos datos al respecto, parece que éste es un porcentaje óptimo. Es decir, 87 investigadores de

115 (75%) figuran como responsables de la mitad o más de sus trabajos, lo que nos deja 25% que tiene más trabajos como colaboradores que como responsables. Este porcentaje debe tomarse con cautela porque es probable que obedezca a diversas razones. Hay disciplinas en las que la colaboración entre grupos es casi la única forma de trabajar, mientras que en otras, las colaboraciones son con frecuencia innecesarias. Por tanto, al juzgar el desempeño de un investigador en este aspecto es importante tomar en cuenta la disciplina en que trabaja.

Número de citas

Después de conocer la cantidad de artículos publicados por un autor y el porcentaje en el cual es el responsable, el siguiente parámetro de interés es el número de citaciones que han recibido sus trabajos. En general se espera que si el trabajo de un investigador es original y sus resultados influyen en el trabajo de otros, entonces sea citado con más frecuencia. Hay que ponderar, por lo tanto, el número de artículos en relación con el número de citas. En la muestra estudiada, el número de citas totales recibidas por investigador fueron de 240 a 10,866. El número debe ser un poco mayor en varios investigadores, por la limitante de Scopus de no mostrar las citas anteriores a 1996. Sin embargo, para fines del análisis que se presenta, es poco probable que esto los mueva del grupo en el que quedaron clasificados. Como muestra la figura 5, de los 115

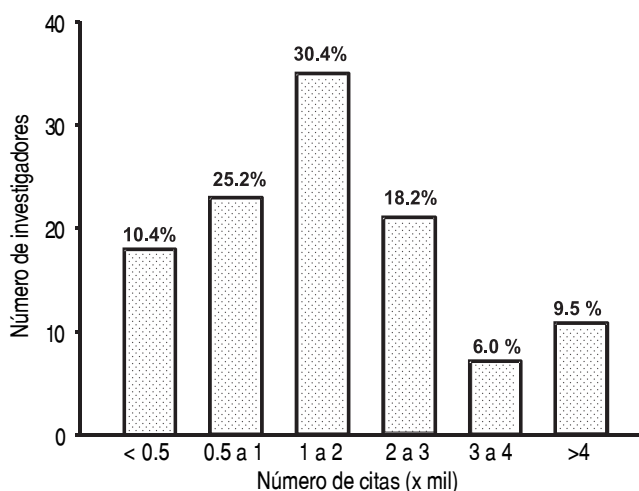


Figura 5. Distribución de la población estudiada de acuerdo con el número de citas totales obtenidas por los investigadores.

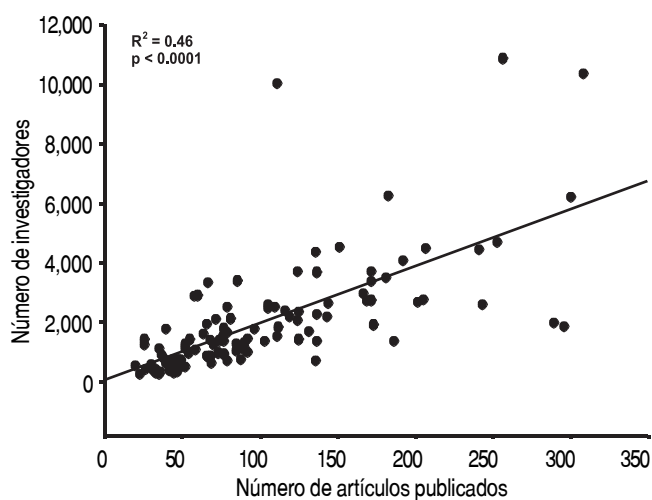


Figura 6. Correlación lineal entre el número de artículos publicados por investigador y el número de citas recibidas.

investigadores analizados, 12 (10.4%) han recibido menos de 500 citas, 29 (25.2%) entre 500 y 1,000 citas, 35 (30.4 %) entre mil y dos mil citas, 21 (18.2 %) entre dos mil y tres mil citas, 7 (6%) entre tres mil y cuatro mil citas, y únicamente 11, 9.5% han recibido más de cuatro mil citas. Estos números muestran que en nuestro medio un investigador con menos de 500 citas tiene 10% menos impacto en comparación con sus pares, mientras que más de cuatro mil citaciones lo coloca en 10% superior. Por supuesto que, como muestra la figura 6, hay cierta correlación entre el número de artículos y el número de citas. A mayor número de publicaciones, mayor es el de citas. Sin embargo, la R^2 fue de 0.46, lo que significa que solamente 46% de la varianza de una variable puede explicarse por la otra. Es decir, que al menos la mitad del número de citas no depende del número de artículos. Es probable que en esta mitad sea en donde influye en forma importante la calidad y esto requiere de análisis más personalizado del investigador. Por ejemplo, en la muestra de estudio podemos citar el caso de cuatro investigadores que tienen 90, 26, 70 y 90 publicaciones cada uno, que han sido citadas en 1,156, 1,225, 1,245 o 1,292 veces, respectivamente. Por lo tanto, el investigador con 26 artículos ha sido citado un número de veces muy similar al que tiene 70 o los que tienen 90, lo que sugiere que, aunque produce menos artículos, son de mayor impacto. Si se inventara un índice al dividir el número de citas entre el número de artículos, entonces los mismos cuatro resultarían en 12.8, 47.1, 17.7 y 14.3, respectivamente, lo que daría

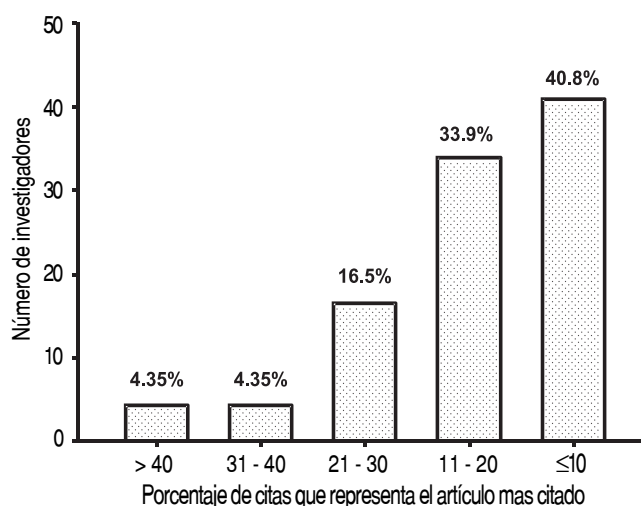


Figura 7. Porcentaje que representa el artículo más citado de cada investigador en el total de citas obtenidas.

al investigador con 26 publicaciones un número superior a los otros tres. Al número de citas también hay que agregar análisis más fino. Dos aspectos son interesantes: de dónde vienen las citas y si el investigador es o no responsable de ese o esos trabajos. Debido al tamaño de la muestra (11,593 artículos) es difícil hacer este análisis con cada uno de los artículos, pero una aproximación es definir cuál ha sido el artículo más citado del investigador y determinar qué porcentaje corresponde al total y si el investigador es o no el responsable de dicho artículo. Por ejemplo, en la muestra estudiada tenemos el caso de un investigador en el que Scopus indica que tiene 71 artículos publicados con 3,151 citaciones, lo que es relevante. Sin embargo, 2,640 citas (83.8%) provienen de un solo manuscrito en el que es coautor, con varios grupos extranjeros, pero no es el responsable. Si eliminamos ese artículo (dado que no es de su responsabilidad), nos quedaríamos con 70 que han sido citados 511 veces, lo que cambiaría radicalmente nuestra apreciación.

De la muestra estudiada, el artículo más citado de cada investigador representa de 3.3 a 83% de sus citas. La figura 7 muestra la distribución de la población en la que en 40 casos (40.8%) el artículo más citado representa menos de 10% de la citas del investigador, en 39 casos (33.9%) entre 11 y 21%, en 19 (16.5 %) un solo artículo significa 21 a 30% de las citas y en 10 investigadores el artículo más citado corresponde a 31% o más de sus citas. Como en el ejemplo citado arriba, en estos casos, si la publicación es propia tendrá mucho más mérito que si no lo es. En este sentido el resultado es el siguiente: de la

población estudiada, en el caso del artículo más citado, el investigador es el primer autor en 28 casos (24.3%), el último autor en 21 casos (18.2%) y coautor en 66 casos (57.4%). Es decir, en más de la mitad de los investigadores, su artículo más citado es uno en el que fue coautor, no responsable. Según Scopus los 11,593 artículos publicados por los 115 investigadores estudiados han recibido un total de 223,874 citas. Este número no es completamente correcto porque tiene dos problemas que se contraponen. Por un lado, el número puede ser mayor porque no están incluidas las citas recibidas antes de 1996. Pero por otro lado, puede ser menor porque no está considerado en este número el hecho de que en algunos de estos 11,593 artículos existan dos o más autores de los 115 que fueron analizados. Así que, si un artículo en el que hay dos autores de estos 115 ha recibido 20 citas, queda computarizado en este análisis dos veces y, por lo tanto, aportará 40 citas al análisis final. Aunque el número correcto podría entonces ser un poco diferente, estos datos tienen cierta utilidad para darnos una idea de cuál es la expectativa de citas en nuestro medio. Solo 17 artículos han sido citados más de 500 veces y de éstos,

sólo seis rebasan las mil citas. Han recibido de 201 a 500 citas solamente 79 artículos, que representan 0.14% de la muestra de artículos, de 101 a 200 un total de 215 artículos (0.68 %) y entre 51 y 100 citas 593 (5.1%). Por lo tanto, en nuestro medio, es muy raro tener artículos con más de 50 citas (904, que representan 7.7 %). En total 3,743 manuscritos han recibido entre 11 y 50 citas, lo que representa 32.2%. El 60% restante ha recibido 10 citas o menos. Llama la atención que 1,956 artículos no han recibido ninguna cita y 922 solo una cita, esto es 24.8%. En parte, esto puede explicarse por ser los artículos más recientes, del 2011 a la fecha, que aunque sean muy buenos aún no han generado citas. Sin embargo, buena parte debe ser también debido a artículos anteriores que nunca fueron citados, ya que si dividimos la suma de éstos (1,956 + 922) entre los 115 investigadores, nos da 25. Es improbable cada uno de los 115 investigadores tengamos 25 artículos publicados de 2011 a la fecha.

Otras formas de buscar citas son Google Académico o en el sitio del ISI. El primero es gratis y el segundo tiene elevado costo, pero con frecuencia se puede acceder desde servidores institucionales.

Cuadro 5. Comparación entre los buscadores SCOPUS, Google Académico e ISI en algunos artículos de un investigador a lo largo del tiempo.*

Año de publicación	FI-2011	SCOPUS	Google	ISI	Google-SCOPUS	Google-ISI	ISI-Scopus	Radio Goog-Scop	Radio Goog-ISI	Radio ISI/SCOPUS
1993	2.1	53	71	61	18	10	8	1.34	1.16	1.15
1993	9.6	215	286	256	71	30	41	1.33	1.11	1.19
1993	36.2	1540	1986	1625	446	361	85	1.29	1.22	1.05
1994	4.7	383	446	415	63	31	32	1.16	1.07	1.08
1995	9.6	357	429	374	72	55	17	1.20	1.14	1.04
1996	20.8	90	101	91	11	10	1	1.12	1.11	1.01
1998	2.9	75	90	73	15	17	-2	1.20	1.23	0.97
1999	4.7	169	218	180	49	38	11	1.29	1.21	1.06
2000	4.7	98	123	97	25	26	-1	1.25	1.26	0.99
2000	9.6	171	214	165	43	49	-6	1.25	1.29	0.95
2003	6.7	95	135	86	40	49	-9	1.42	1.57	0.90
2003	9.6	247	305	237	58	68	-10	1.23	1.28	0.96
2004	4.4	111	150	107	39	43	-4	1.35	1.40	0.96
2005	3.7	62	96	60	34	36	-2	1.54	1.60	0.96
2005	9.6	81	112	80	31	32	-1	1.38	1.40	0.98
2005	9.6	89	106	87	17	19	-2	1.19	1.21	0.97
2005	26.8	313	365	299	52	66	-14	1.16	1.22	0.95
2006	4.7	68	96	60	28	36	-8	1.41	1.60	0.88
2008	7.6	78	103	73	25	30	-5	1.32	1.41	0.93
2009	9.6	75	83	69	8	14	-6	1.10	1.20	0.92
Total Promedio		4,370	5,515	4,495	1,145	1,020	125	1.27	1.28	0.99

*Ejemplo real.

El problema en ambos casos es que no son tan nobles como Scopus. Para buscar las citas de una sola persona son bastante buenos, pero para hacer un análisis de muchos investigadores se vuelven laboriosos y con la dificultad de no estar seguros de que los parámetros con los que se busque cada investigador sean homogéneos. Para demostrar las diferencias o concordancias entre estos sitios y que el lector interesado pueda conocer su caso personal o de alguna persona en particular, en el cuadro 5 se muestra la comparación de las citas obtenidas por los tres buscadores, tomando como ejemplo algunos artículos de un investigador de la muestra que ha recibido buen número de citas, como para que las comparaciones sean útiles. La primera columna muestra el año de publicación y la segunda el factor de impacto de la revista en que fue publicado el artículo analizado. Posteriormente se muestra el número de citas que cada artículo ha recibido hasta junio de 2013 en Scopus, Google Académico y en el ISI, luego las diferencias numéricas (Google menos Scopus, Google menos ISI e ISI menos Scopus) y finalmente la diferencia en porcentaje. Dos resultados claros se desprenden del cuadro. El primero es que antes de 1996, como era de esperarse, el ISI arroja 10% más de referencias que Scopus, pero esta diferencia desaparece posteriormente. Nótese que los artículos de 1993 a 1995 tienen más referencias en ISI que en Scopus y a partir de 1996 la diferencia se hace mínima. De hecho, como muestra la última columna, el ratio ISI/Scopus al tomar en cuenta los 16 años queda en 0.99, lo que muestra que prácticamente son lo mismo. El segundo es que a lo largo del tiempo, Google Académico arroja consistentemente 30% de citaciones más que Scopus o el ISI, con radio promedio de 1.27 y 1.28 para Google/Scopus y Google/ISI, respectivamente. Esto se debe a que, a diferencia de Scopus e ISI, Google Académico también computa las citas obtenidas en libros y en revistas que no están indizadas en el JCR. Esto muestra que, al analizar las citaciones de un investigador, es importante saber la fuente de éstas, porque si provienen de Scopus o del ISI, es probable que tenga 30% más si se buscan en Google Académico.

Índice-h

El índice-h nació como un intento por ajustar el número de artículos con el número de citas y parte de la idea de que mientras mejor sea el desempeño de un investigador tendrá mayor número de artículos que serán citados repetidamente. Es útil cuando

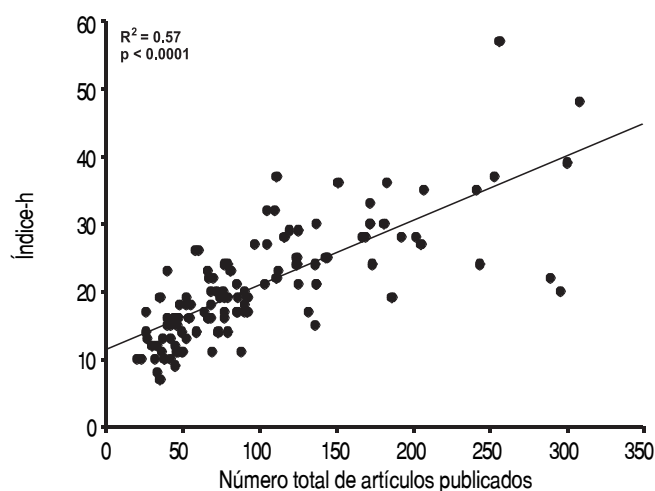


Figura 8. Correlación lineal entre el número de artículos publicados por investigador y el índice-h.

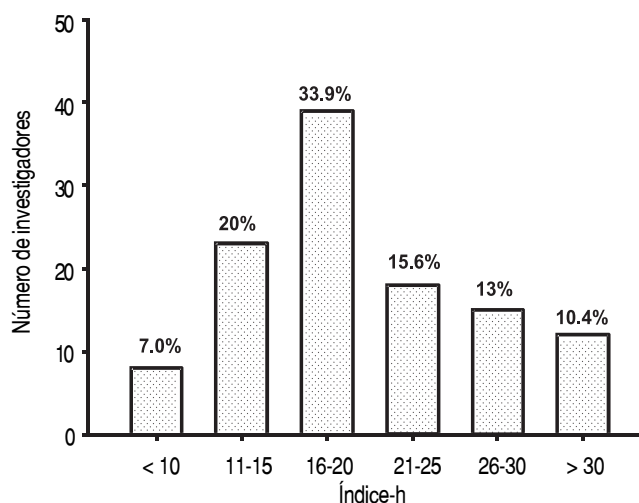


Figura 9. Distribución de la población estudiada de acuerdo con el índice-h.

se analiza en conjunto con el número de citas porque mientras más alto sea significa que las citaciones que ha obtenido el autor no se deben a un trabajo puntual, sino a su productividad a lo largo del tiempo. También es más probable tener buen índice-h cuando se publica mucho y, sobre todo, alrededor del mismo tema, porque las contribuciones múltiples en el mismo tema impactan mejor a la comunidad. De hecho, según muestra la figura 8, existe correlación entre el índice-h y el número de artículos publicados, con R^2 de 0.57. Finalmente, la figura 9 muestra que en la población estudiada el índice-h varía de 7 a 57. Ocho investigadores (7%) tienen 10 o menos. Éste es un índice muy bajo para investigadores no jóvenes. La mayor parte de los investigadores en la muestra analizada tienen índice-h entre 11 y 20 y alrededor

de 25% está entre 21 y 30. Sólo 10.4% tiene índice mayor a 30, lo que en nuestro medio debe entonces considerarse alto. Al parecer el índice-*h* es efectivo en la evaluación, ya que nueve de los 12 investigadores con más de 30 han sido galardonados con el Premio Nacional de Ciencias y Artes.

COMENTARIOS FINALES

Este trabajo es una aproximación a cómo y qué debe tomarse en cuenta en relación con las publicaciones cuando se quiere analizar el desempeño de investigadores científicos en el área de biomedicina. Muestra claramente que ningún parámetro por sí solo es suficiente para analizar y comparar a los investigadores. Se deben tomar en cuenta varios parámetros como el número de artículos publicados, el tipo de revista, la posición que ocupa el investigador en dichos artículos, el número de citas recibidas, cómo están distribuidas y el índice-*h*. Todo esto en conjunto nos puede dar una idea más global del desempeño de un investigador.

Los datos aquí mostrados deben tomarse con cierta cautela porque estoy consiente de que no son exactos. Existen varios sesgos en el estudio. El primero es la forma en que fue selecta la población. Se tomó de varias instituciones el caso de investigadores mayores de 45 años (con algunas excepciones), pero no se analizaron todos los miembros. Los que se incluyeron, en general, son más conocidos y se consideran como buenos elementos por miembros de la comunidad; esto no quiere decir que los otros sean malos, sólo que son menos conocidos. Si incluyéramos a todos los investigadores de diversos institutos es probable que los números obtenidos fueran más bajos, no más altos. El otro sesgo es el inherente al buscador Scopus, por no incluir las citaciones anteriores a 1996, por lo que en lo referente a las citaciones y el índice-*h* podría ser mejor. Sin embargo, por dos razones, no esperaría que fuera mucho mejor. Se eliminaron del estudio aquellos investigadores en los que más de 40% de las publicaciones fueron anteriores a 1996, por lo que un porcentaje considerable de la muestra empezó a publicar hacia finales de los 80 o principios de los 90, de manera que los datos son bastante cercanos a la realidad. La segunda es la forma en que se calcula el índice-*h*. Digamos que un investigador tiene índice-*h* de 21, o sea, 21 artículos citados 21 veces o más. El límite que da este número es el artículo que tenga 21 citas, que es muy probable que sea posterior a 1996. Digamos que un artículo de este autor anterior a 1996, en vez de tener 18 citas, según Scopus, tenga 31 según el ISI. Esto no

le cambia el índice-*h* a 22, porque el límite lo da el artículo que tiene 21 citaciones.

Es importante recalcar que las publicaciones son sólo uno de los varios productos del trabajo de un investigador. Otros igualmente importantes son la generación de bases de datos, software o reactivos y herramientas para investigación, la propiedad intelectual de descubrimientos o desarrollos tecnológicos y el entrenamiento de jóvenes para convertirse en investigadores a través de la dirección de tesis de posgrado en programas de especialidad, maestría o doctorado, así como en estancias posdoctorales. Cada uno de estos rubros requiere de un análisis detallado para conocer el estado actual en nuestro medio. Sin embargo, hasta donde se sabe, no existe un sistema de búsqueda electrónica que permita obtener datos confiables al respecto. Es imposible, por ejemplo, analizar a los mismos investigadores de este estudio para conocer con cierto grado de confiabilidad el número, tipo y calidad de tesis de posgrado dirigidas y de qué universidad o programa fue cada una de éstas. Sin embargo, en el análisis individual de cada investigador, es necesario que, además de las publicaciones científicas, se tomen en cuenta estos parámetros.

Finalmente, es importante concluir con la aclaración de que los datos aquí presentados son sólo números y son útiles cuando se pretende conocer el desempeño de muchos investigadores en poco tiempo. Cuando se trata de analizar a muy pocos o uno solo nada puede reemplazar el análisis crítico, individualizado. En muchas universidades en el extranjero cuando analizan el currículo de candidatos a ocupar posiciones importantes, además de todos estos números, al investigador se le pide que identifique él mismo cuáles son sus cinco trabajos más relevantes y que explique por qué. Si el amable lector es un investigador, lo invito a contestarse a sí mismo esta pregunta.

REFERENCIAS

1. Siegel R, Naishadham D, Jemal A. Cancer statistics, 2013. *CA: Cancer J Clin* 2013; 63(1): 11-30.
2. Xu B, English JM, Wilsbacher JL, Stippec S, Goldsmith EJ, Cobb MH. WNK1, a novel mammalian serine/threonine protein kinase lacking the catalytic lysine in subdomain II. *J Biol Chem* 2000; 275(22): 16795-801.
3. Wilson FH, Disse-Nicodeme S, Choate KA, Ishikawa K, Nelson-Williams C, Desitter I, Gunel M, et al. Human hypertension caused by mutations in WNK kinases. *Science* 2001; 293(5532): 1107-12.
4. Alberts B. Impact factor distortions. *Science* 2013; 340(6134): 787.
5. Lipsky PE. The lack of impact of the 'impact factor' in clinical medicine. *Nature Clin Pract Rheum* 2007; 3(4): 189.
6. Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc Nat Acad Sci USA* 2005; 102(46): 16569-72.

Reimpresos:

Dr. Gerardo Gamba

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición
Salvador Zubirán
Vasco de Quiroga, Núm. 15
Col. Sección XVI

14080, México, D.F.

Correo electrónico: gamba@biomedicas.unam.mx,
gerardo.gambaa@incmnsz.mx

*Recibido el 9 de julio 2013.
Aceptado el 15 de agosto 2013.*