

10

Fecha de presentación: enero, 2018

Fecha de aceptación: marzo, 2018

Fecha de publicación: abril, 2018

DIVULGACIÓN

DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN EL SIGLO XXI

DISSEMINATION OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE 21ST CENTURY

MSc. Debrayan Bravo Hidalgo¹

E-mail: dbravo@rmlconsultores.com

Dr. C. Jorge Luis León González²

E-mail: jleon@ucf.edu.cu

¹ Research Management Learning. Quito. República del Ecuador.

² Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Bravo Hidalgo, D., & León González, J. L. (2018). Divulgación de la investigación científica en el siglo XXI. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 88-97. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

RESUMEN

Este artículo tiene la intención de mostrar algunas de las aristas de la divulgación del quehacer científico investigativo en estas casi dos décadas del siglo XXI. La evaluación de la investigación puede jugar un papel importante en el desarrollo de la ciencia y sus interacciones con la sociedad. Y que los intereses económicos de los monopolios editoriales que hoy tienen el poder de socialización de la información científica a escala global, representan un considerable freno para la proliferación de la actividad científica desde varias posiciones.

Palabras clave: Socialización científica, líneas de investigación, indicadores de evaluación de la actividad científica, intereses financieros, editoriales.

ABSTRACT

This article intends to show some of the edges of the dissemination of scientific research in these two decades of the twenty-first century. The evaluation of research can play an important role in the development of science and its interactions with society. And that the economic interests of the publishing monopolies that today have the power to socialize scientific information on a global scale, represent a considerable brake for the proliferation of scientific activity from various positions.

Keywords: Scientific socialization, lines of research, indicators of evaluation of scientific activity, financial interests, editorials.

INTRODUCCIÓN

El término castellano investigación se deriva del latín *in vestigium ir* que significa “buscar la huella”, ósea, presupone indagar a través de lo que queda evidenciado, cuando algo ha sucedido y se puede reproducir a partir del conocido de dichos vestigios, con la intención de encontrar alguna explicación a partir de estos. En otros idiomas sus expresiones poseen un origen similar. En inglés *research*, que significa buscar algo de nuevo; lo mismo que en francés *researcher*, que sugiere “indagar una vez más”, pero con algo más de cuidado. De igual forma que la expresión alemana *Forschung*, que implica un análisis detallado, minucioso, de lo que se indaga y se da seguimiento.

Muchos estarán de acuerdo con que la investigación científica es una práctica de pensamiento que conlleva la descripción y definición de una determinada sección que se extrae de la amplia y compleja realidad (Chang, Chen & Fong, 2016). La investigación científica tiene como propósito general la búsqueda de las razones por lo cual se desarrollan los más diversos fenómenos y procesos (González & González, 2009). Obtener consideraciones sobre la existencia de estos fenómenos y/o procesos. Y por último y no menos importantes establecer criterios predictivos en consecuencia a las manifestaciones objeto del proceso científico investigativo (Guadarrama González, 2009).

Los autores Cáceres & Ribas (1996), declaran que la comprensión pública de la ciencia se considera actualmente como uno de los valores intrínsecos a las sociedades democráticas. La necesidad de hacer llegar y de hacer partícipe a la sociedad de la ciencia y la tecnología que los especialistas van construyendo y desarrollando, a nuestros días; esta actividad está asumida por científicos, educadores y divulgadores. La ciencia es una de las mayores consecuciones de nuestra cultura y, por tanto, todos los jóvenes deberían ser capaces de comprenderla y apreciarla. Se debe entender la ciencia como un producto cultural.

Este siglo nació con las luces y oscuridades de las doctrinas que crea y destruye la ciencia, con los nuevos poderes y reinados que esta ha construido. Con una sociedad que genera ciencia y consume ciencia; aunque muchas veces no comprende la actividad científica y sus procesos.

La socialización de la actividad científica presenta muchas aristas. Cada una de estas cuenta con sus propias interioridades a la hora de interactuar con medio. Entiéndase medio a: los recursos materiales e intelectuales, dinámica social, épocas, etc.

Las aristas relacionadas en esta contribución son:

- Características de la difusión o socialización científica.
- Actividad científica y su divulgación, en las universidades mejor posicionada a nivel mundial.
- Criterios de evaluación de las investigaciones científicas. ¿Qué tan justos pueden ser?
- La publicación científica y su alcance, ante los intereses financieros de los monopolios editoriales. ¿La divulgación científica como bien común, se practica como tal?

DESARROLLO

El desarrollo de esta investigación se apoyó en dos pilares. Primeramente, se detectaron las 10 instituciones universitarias a nivel mundial, mejor posicionadas. Para ello se empleó los resultados reflejados en 2017 por Quacquarelli Symonds (QS) (Shi & Lai, 2013). La cual es una compañía británica que se especializa en educación y estudio en el extranjero. La compañía fue fundada en 1990 por Nunzio Quacquarelli (Sowter, 2008). Los resultados emitidos por las encuestas que realiza esta compañía al entorno universitario mundial, gozan de gran prestigio en la actualidad, pues esta encuestadora ha colaborado con la revista británica Times Higher Education. El ranking de las mejores universidades a escala global que ofrece QS, es de 20 puestos, en esta investigación se trabajan con los 10 primeros.

El segundo pilar que sustentó el desarrollo de este trabajo fue: la búsqueda dentro de las fronteras de catálogo académico investigativo Scopus. Este último, es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18 mil títulos de más de 5 mil editores internacionales, incluyendo la cobertura de más de 16 mil revistas revisadas por pares en las áreas de ciencias, tecnología, medicina y ciencias sociales, incluyendo artes y humanidades. Está editada por Elsevier y es accesible en la Web por sus suscriptores (Bar-Ilan, 2008).

Empleando las herramientas de análisis bibliométrica que esta plataforma brinda a sus suscriptores, se accedió a la información con que se generó la investigación de los distintos puntos que se tratan en este artículo, así como la figura 1 y la tabla 2; elementos que serán referidos más adelante.

La difusión científica se ha manifestado de modos muy variados a lo largo de la historia. En su concepción más simple, puede percibirse como la popularización de un conocimiento especializado, aparentemente ininteligible para los legos (Chang, et al., 2016). En un enfoque más

filosófico, la divulgación también puede entenderse como un trabajo de interpretación entre registros diferentes de un mismo idioma: entre el propio de cada disciplina y la variedad funcional más general, al alcance del público no entendido.

Desde una traza discursiva y pragmática el trabajo (Gans, Murray & Stern, 2017; García-Hernández, Martínez-Rodrigo & Mas, 2017) apunta que, el proceso de socialización científica radica en re-contextualizar en una situación comunicativa común, para una audiencia lega y masiva, a través de medios diversos, un conocimiento previamente construido en contextos especializados.

El proceso de difusión, así entendida, requiere no sólo la elaboración de una forma discursiva acorde con las nuevas circunstancias, o sea, conocimientos previos del destinatario, intereses y canal comunicativo; sino la reconstrucción y la recreación del mismo conocimiento para una audiencia diversa (Gardner, 2004).

El escenario de la socialización adquiere un aspecto laberintico si atendemos a los diversos canales y productos en los que se manifiesta, a nuestros días. Entre éstos se pueden subrayar los afirmados en la tabla 1.

Tabla 1. Canales o medios de socialización científica más comunes en la actualidad.

Canales de difusión científica.	Identidades
Textos y editoriales científicos especializadas.	Representan la vía primaria de difusión que alcanza al sector social más preparado e interesado. Puede suponer mucha ciencia y quizás en algunos casos poco esfuerzo divulgador. En el caso de las revistas de divulgación existe un gradiente entre las que hacen más hincapié en la ciencia y las que hacen más hincapié en la divulgación (Bernardo, Dos Santos & Hirakawa, 2006; Gmeiner, 2013; Hemachudha & Wilde, 2000).
Medios y productos informáticos	Internet y el software sobre ciencia y tecnología suponen importantes fuentes de información y nuevas vías de difusión, especialmente en los jóvenes (Mier & Porto-Renó, 2009).

Los centros de ciencia.	Entre estos se pueden citar los museos de ciencia, los planetarios, los acuarios o las granjas escuelas. En concreto, los nuevos museos de ciencia, la mayoría de los cuales son centros interactivos (Chang, et al., 2016; Pellicer & Zupi, 2016; Simeth & Lhuillery, 2015), han nacido con gran pujanza y con ideas renovadas sobre el papel que deben jugar, como proveedores de estímulos e interrogantes y lugares de encuentro entre científicos, organizaciones sociales y ciudadanos. La atractiva presentación de sus contenidos hace que las visitas a éstos sean una actividad cada vez más generalizada.
Productos audiovisuales (cine, vídeo y televisión)	Tienen una gran trascendencia social y además suelen producir un notable impacto en los estudiantes (Brossard & Scheufele, 2013; Burlon, 2007; Wick & Zanni, 2005).
Prensa de carácter general	Constituye el canal que más alcance tiene en el sector más formado de la población. Dentro del material publicado por los periódicos podemos encontrar la ciencia de muy distintas formas: textos informativos (titulares de portada, noticias, esquemas) y de opinión (columnas o editoriales); textos de secciones variadas como Salud, Sociedad, Sanidad o Consumo, en monográficos específicos de ciencia o en suplementos semanales (Bengston, 2001; Porta, 2008).

Fuente: López (2004).

La valía y efectividad de estas formas de socialización de información científica varía en función del tipo de información transmitido, la finalidad de esta, el receptor al que está dirigido y el momento en que se efectúa.

La figura 1 muestra el comportamiento en cuanto al número de contribuciones científicas desde el año 2000 al año 2017, de las diez mejores universidades según la encuestadora británica Quacquarelli Symonds (QS). Estas universidades cuentan con más de 80 años y la breve línea de tiempo mostrada en esta figura evidencia un notable incremento en la cantidad de publicaciones. Esta condición se extiende a las empresas de investigación y desarrollo científicos, así como a centros de estudios. En las últimos seis décadas se han realizado más investigaciones científicas y avances tecnológicos que en cualquier otro periodo en la historia de la humanidad (Alonso, Perez & Hidalgo, 2017).

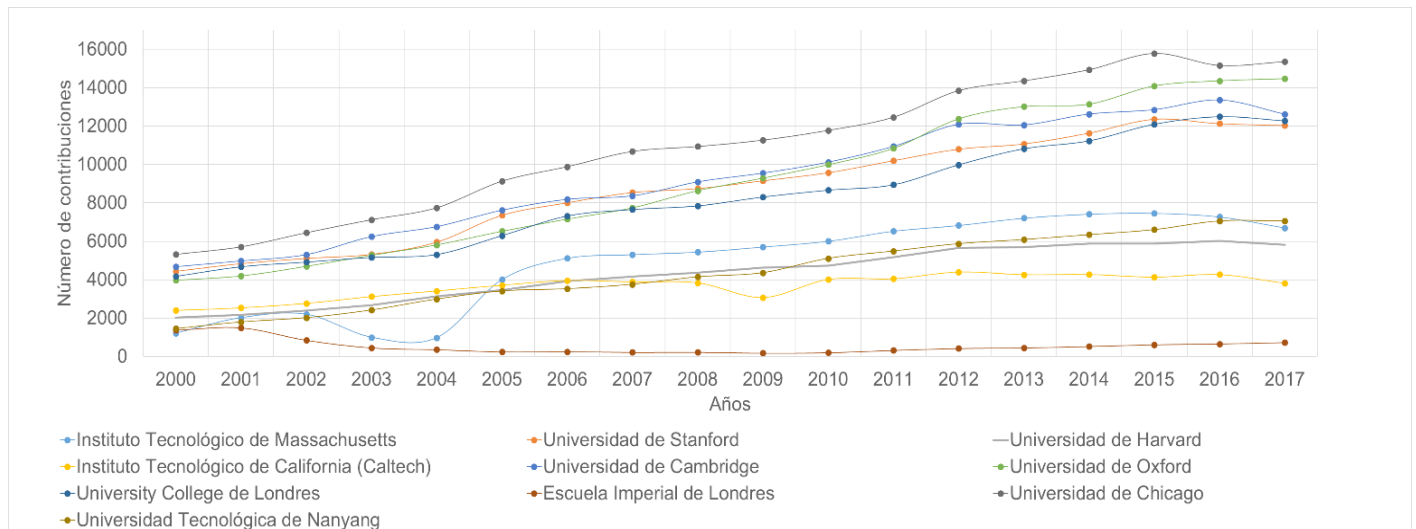


Figura 1. Número de publicaciones en función de años, por universidades.

De estas diez universidades, la tabla 2 muestra: en la segunda columna de izquierda derecha el total de contribuciones científicas de estas universidades desde sus respectivas fundaciones hasta el 31 de diciembre de 2017. La tercera columna destaca en valores porcentuales, la parte de estas cantidades de la segunda columna que son contribuciones tipo artículos. Además, en la propia tabla se encuentra declaradas las principales áreas de investigación de estas instituciones, así como las principales revistas donde socializan sus investigaciones y el número de estas contribuciones científicas por cada una de estas revistas.

Los resultados expuestos en la figura 1 y la tabla 2, son un reflejo del comportamiento global de las instituciones científico investigativas de alto perfil. El mayor por ciento de las contribuciones científicas que hoy día se manifiestan son de tipo artículo, y se socializan a través de revistas especializadas. Las investigaciones en las especialidades o áreas de la medicina, la bioquímica, las físicas tanto teórica como experimental, la astronomía, la ingeniería, y la ciencia de la computación; son las más prosperas. Es evidente que estas áreas del saber tienen la ventaja de tributar directamente al ámbito tecnológico, económico y cultural de la sociedad moderna.

Tabla 2. Características de la productividad científica de las universidades estudiadas.

Institución universitaria	Total de contribuciones	% de contribuciones tipo artículo	Principales áreas de investigación	Principales revistas científicas en las que publican estas instituciones universitarias.	Número de publicaciones en estas revistas.
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Estados Unidos.	150 130	77%	Física y Astronomía, Ingeniería	Physical Review Letters	3 973
				Journal Of The American Chemical	3 770
Universidad de Stanford. Estados Unidos.	240 034	73%	Medicina, Bioquímica	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	3 002
				Journal of the American Chemical Society	2 878
Universidad de Harvard. Estados Unidos.	130 104	79%	Física y Astronomía, Bioquímica	Journal Of The American Chemical	3 934
				Physical Review Letters	2 914

Instituto Tecnológico de California (Caltech). Estados Unidos	109 960	78%	Física y Astronomía, Ciencias Planetarias y de la tierra	Astrophysical Journal	6 045
				Journal Of The American Chemical	3 130
Universidad de Cambridge. Reino Unido.	242 697	77%	Física y Astronomía, Bioquímica	Nature	4 856
				Journal of the American Chemical Society	3 179
Universidad de Oxford. Reino Unido.	222 601	74%	Medicina, Bioquímica	Nature	3 255
				Plos One	2 109
University College de Londres. Reino Unido.	216 623	73%	Medicina, Bioquímica	Nature	3 917
				Lancet	2 211
Escuela Imperial de Londres. Reino Unido.	13 576	72%	Medicina, Bioquímica	Lancet	245
				Plos One	152
Universidad de Chicago. Estados Unidos.	316 282	76%	Medicina, Bioquímica	Journal Of Chemical Physics	3 160
				Journal Of The American Chemical	2 787
Escuela Politécnica Federal de Zúrich. Suiza.	84 264	63%	Ingeniería, ciencia de la computación	Lecture Notes In Computer Science In	1 548
				Proceedings Of SPIE The Internation	1 078

Sin dudas es creciente en la comunidad científica y afines, el empleo de identificadores de valoración sobre la intensa productividad científica del presente siglo. Valoraciones sobre investigación que otrora se diseñaron puntualmente para su contexto específico y realizadas por pares, en la actualidad son habituales y están fundamentadas en métricas (Cronin & Sugimoto, 2014). El problema es que la evaluación pasó de estar basada en apreciaciones de expertos a depender de estas métricas. Muchos indicadores de evaluación se han diseminado: normalmente bien intencionados, no siempre bien informados, y a menudo mal aplicados. Cuando organizaciones sin conocimiento sobre buenas prácticas e interpretación apropiada de indicadores llevan a cabo las evaluaciones, se está sujeto al peligro de perjudicar el sistema científico con los mismos instrumentos diseñados para mejorarlo. En esta sección del trabajo, se expone un grupo de consideraciones o buenas prácticas en evaluación fundamentada en indicadores métricos para que los investigadores puedan pedir cuentas a los evaluadores, y para que los evaluadores puedan pedir cuentas a los indicadores. Estas consideraciones obedecen al manifiesto de Leiden sobre indicadores de investigación (Hicks, Wouters, Waltman, De Rijcke & Rafols, 2015).

a. La evaluación cuantitativa tiene que apoyar la valoración cualitativa por expertos: Los indicadores pueden corregir la tendencia a perspectivas sesgadas que se dan en la revisión por pares y facilitar la deliberación.

En este sentido, los indicadores pueden fortalecer la evaluación por pares puesto que tomar decisiones sobre colegas es difícil sin varias fuentes de información. Sin embargo, los evaluadores no deben ceder a la tentación de supeditar las decisiones a los números. Los indicadores no pueden sustituir a los razonamientos informados.

- b. El desempeño debe ser medido de acuerdo con las misiones de investigación de la institución, grupo o investigador: Los objetivos de un programa de investigación tiene que ser especificados al principio, y los indicadores usados para medir el desempeño, tienen que estar claramente relacionados con estos objetivos. La elección y usos de los indicadores tiene que tener en cuenta los contextos socio- económicos y culturales. Los científicos tienen diversas misiones de investigación. Las investigaciones con el propósito de expandir las fronteras del conocimiento académico difieren de las investigaciones focalizadas en proveer soluciones a problemas sociales. La evaluación puede estar basada en méritos relevantes para la industria, el desarrollo de políticas, o para los ciudadanos en general, en vez de méritos basados en nociones académicas de excelencia. No hay un modelo de evaluación que se pueda aplicar en todos los escenarios.
- c. La excelencia en investigación de relevancia local debe ser protegida: En muchas partes del mundo, excelencia en investigación se asocia únicamente con publicaciones en inglés. Las legislaciones en muchas naciones suramericanas, por ejemplo, explicitan el

deseo y la conveniencia de que los académicos publiquen en revistas de alto impacto. El factor de impacto se calcula para revistas indexadas por la Web of Science, que es un servicio en línea de información científica, suministrado por Thomson Reuters y brinda acceso a bases de datos que contiene en su mayoría, revistas en idioma inglés. Este hecho representa una seria amenaza para la popularización de investigaciones en las ciencias sociales y las humanidades, áreas en las que la investigación está más orientada a temas regionales y nacionales. Lo mismo sucede con muchos otros campos científicos que tienen una dimensión nacional o regional (López Piñeiro & Hicks, 2014).

- d. Los procesos de recopilación y análisis de datos deben ser abiertos, transparentes y simples: La construcción de las bases de datos necesarias para evaluar, deben seguir procesos establecidos antes de que la investigación sea completada. Ésta ha sido la práctica común entre los grupos académicos y comerciales que han desarrollado metodologías de evaluación durante varias décadas. Estos grupos publicaron los protocolos de referencia en la literatura revisada por pares. Esta transparencia permite el escrutinio y control de los métodos. La simplicidad es una virtud en un indicador porque favorece la transparencia. Pero indicadores simplísimos pueden distorsionar la evaluación (véase el principio (g)). Los evaluadores deben esforzarse en encontrar un equilibrio: indicadores simples que sea respetuosos con la complejidad de los procesos de investigación descritos (van Raan, van Leeuwen, Visser, Van Eck & Waltman, 2010).
- e. Los datos y análisis deben estar abiertos a verificación por los evaluadores: Con el fin de asegurar la calidad de los datos, los investigadores incluidos en estudios bibliométricos tienen que poder comprobar que sus contribuciones han sido correctamente identificadas. Los responsables y gestores de los procesos de evaluación deben garantizar la exactitud de los datos usados mediante métodos de auto-verificación o auditoría por terceras partes.
- f. Las diferencias en las prácticas de publicación y citación entre campos científicos deben tenerse en cuenta: La mejor práctica en evaluación es proponer una batería de indicadores y dejar que los distintos campos científicos escojan los indicadores que mejor les representan. La frecuencia de citación varía según los campos: las revistas más citadas en rankings de matemáticas tienen un factor de impacto alrededor de 3; las revistas más citadas en rankings de biología celular tienen factor de impacto alrededor de 30. Por lo tanto, se necesitan indicadores normalizados por campo, y el método más robusto de normalización está basado en percentiles: cada publicación es ponderada según el percentil al que pertenece en la distribución de citaciones de su campo. Una única publicación altamente citada mejora un poco la posición de una universidad en un ranking basado en percentiles, pero puede propulsar la universidad de un lugar medio a las primeras posiciones en un ranking basado en promedios de citas (Waltman et al., 2012).
- g. La evaluación individual de investigadores debe basarse en la valoración cualitativa de su portafolio de investigación: El índice (h) aumenta con la edad del investigador, aunque éste ya no publique. Este índice varía por campos: los científicos en las ciencias de la vida pueden llegar a 200; los físicos a 100 y los científicos sociales a 20 o 30 (Hirsch, 2005). Es un índice que depende de la base de datos: existen ingenieros que tienen un índice (h) de 10 en Web of Science, pero de 20 o 30 en Google Scholar (Bar-Ilan, 2008). Leer y valorar el trabajo de un investigador es mucho más apropiado que confiar en un único número. Incluso cuando se comparan un gran número de científicos, es mejor adoptar un enfoque que considere información diversa sobre cada individuo, incluyendo sus conocimientos, experiencia, actividades e influencia.
- h. Debe evitarse la concreción imprecisa y la falsa precisión: Los indicadores de ciencia y tecnología tienden a la ambigüedad conceptual y a la incertidumbre, y se fundamentan en hipótesis que no están universalmente aceptadas. Por esta razón, las buenas prácticas usan múltiples indicadores con el fin de construir un retrato sólido y plural. En la medida que sea posible cuantificarla, información sobre incertidumbre y error debería acompañar los valores de los indicadores publicados, por ejemplo, usando barras de error. Si esto no fuera posible, los productores de indicadores deberían al menos evitar ofrecer un falso nivel de precisión. Por ejemplo, el factor de impacto de revistas se publica con tres decimales para evitar empates. Sin embargo, dada la ambigüedad conceptual y la variabilidad aleatoria de las citas, no tiene sentido distinguir entre revistas por pequeñas diferencias en el factor de impacto. Se debe evitar la falsa precisión: sólo un decimal está justificado.
- i. Deben reconocerse los efectos sistémicos de la evaluación y los indicadores: Los indicadores cambian el sistema científico a través de los incentivos que establecen. Estos efectos deberían ser anticipados. Esto significa que una batería de indicadores es siempre preferible puesto que un solo indicador es susceptible de generar comportamientos estratégicos y sustitución de objetivos; según la cual la medida se convierte en un fin en sí misma. Por ejemplo, en la década del noventa, Australia financió investigación en universidades de acuerdo con una fórmula basada sobre todo en el número de publicaciones de un instituto. Las universidades podían calcular el "valor" de una publicación en una revista arbitrada; en el año 2000, el valor se estimó en 800 dólares australianos (USD

\$480) destinados a recursos de investigación. Como era de esperar, el número de artículos publicados por autores australianos subió, pero en revistas menos citadas, lo que sugiere que la calidad de los artículos disminuyó (Butler, 2003).

Los indicadores deben ser examinados y actualizados periódicamente: Las funciones de la investigación y los objetivos de la evaluación cambian o se desplazan, y el sistema de investigación evoluciona con ellos. Medidas que fueron útiles en su día pasan a ser inadecuadas y nuevos indicadores aparecen. Por lo tanto, los sistemas de indicadores tienen que ser revisados y tal vez modificados. Al darse cuenta de los efectos de su fórmula simplista de evaluación, en 2010 Australia adoptó la iniciativa *Excellence in Research for Australia*, que es más compleja y pone énfasis en la calidad.

El conocimiento es un bien que mientras más se comparte más crece entre la sociedad, que, al fin y al cabo, es la que lo genera, la que lo consume y proyecta en el futuro. En este sentido las revistas y demás mecanismo de socialización científica de acceso abierto o acceso libre permiten de una forma eficiente y funcional, este proceso. En contraste con esto, se encuentra el monopolio editorial ELSEVIER y sus bases de datos o catálogos académicos como: SCIENCE DIRECT, SCOPUS, entre otras. Los cuales difunden artículos científicos bajo costos que promedian los 30 dólares estadounidenses. Artículos o contribuciones científicas generadas por autores que en la mayoría de los casos el único beneficio que reciben es el mérito que le pueda ofrecer el posicionamiento académico de las revistas en la cual lograron su publicación. Además, estas publicaciones son comercializadas durante varios años. De hecho, existen artículos que tienen ya más de 15 años desde su publicación y aun se comercializan por estas editoras.

La mayoría de las personas que forman parte del proceso de arbitraje, revisión y/o certificadores de la calidad y virtud de las publicaciones que proyectan los monopolios editoriales internacionales, no reciben pago por parte de estas instituciones; y los que lo hacen no cobran en función a los precios abonados por los suscriptores de estas revistas.

Es justo destacar que existe algunas revistas muy bien posicionadas, que no cobran por el acceso a la información que socializan. Sir Isaac Newton (1642-1727) expresó en 1675: ***“Si he logrado ver más lejos, ha sido porque me he subido a hombros de gigantes”*** Es incoherente e injusto para la comunidad científica internacional la interferencia financiera que hoy día atenta contra las aspiraciones de una sociedad del conocimiento, plena. Si lugar a duda los altos precios de suscripción tanto individuales

como de instituciones académicas, a estas editoriales representan un gran freno para los científicos e investigadores; precisamente en el momento en que más ciencia se está generando, comparado con cualquier etapa de la historia de la humanidad. Hoy hay más gigantes que nunca y más personas apasionadas por pararse y mirar desde los hombros de estos.

La joven comunidad científica lleva en marcha menos de la mitad de los mil años que el matemático y filósofo inglés Alfred North Whitehead (1861-1947) estimaba necesarios para que un nuevo modo de pensamiento se enraíce en la esencia de una cultura. Independientemente de lo anteriormente expuesto, la ciencia ya ha transformado profundamente el mundo en que vivimos, en tres escenarios distintos, como mínimo. El escenario tecnológico, el intelectual y el político.

Los irrefutables y múltiples avances tecnológicos de la ciencia han hecho a la sociedad contemporánea más rica y más sana, y no siempre más prudente, pero también ha elevado su nivel de ansiedad (Hawking, Thorne, Novikov, Ferris & Lightman, 2003). Parte de esta ansiedad surge de la razonable aprensión de que el poder tecnológico, como todo poder, posee sus riesgos. Buena parte de este hecho se le atribuye a que un gran número de hombres y mujeres se encuentran rodeadas por máquinas cuyo funcionamiento no comprenden, y tras las que hay una actividad científica que tampoco deducen.

Es innegable que, desde la visión intelectual, el desarrollo científico ha generado una nueva forma de pensar, en la que el miedo, la superstición y la obediencia ciega a la autoridad se reemplazan por una forma de indagación razonada y sin prejuicios, basada en la observación y el experimento. Como resultado, los que tienen formación científica se ven ahora enzarzados en una madeja de vida de la que han surgido, pasajeros a bordo de uno entre miles de millones de planetas en un universo en expansión de extensión desconocida y quizá infinita. Más de uno, ante esta posición se siente excitado y motivado, mientras que otros experimenta sutil perversidad. La ciencia amenaza con socavar no sólo las antiguas edificaciones conceptuales sobre nosotros mismos, como sucedió con la imagen de que ocupamos el centro del universo, sino también las viejas maneras de pensar. Como, por ejemplo, que nuestra profunda sensación de que algo debe ser verdadero tiene relación con la cuestión de si realmente puede demostrarse que es verdadero. Esta amenaza es real en ambos aspectos, y debería ser reconocida como tal por los que se encauzan en la fascinante tarea de divulgar la ciencia. Aunque también somos libres, si nos sentimos cómodos viviendo con tales peligros, para explicar por qué.

Es mucho más legible lo que podría llamarse la contribución política de la ciencia. No es casual que la publicación de la obra *Principia* de Isaac Newton en 1687 (Newton, 2013) esté en las fuentes de la Ilustración. O que entre los fundadores de los movimientos democráticos en las colonias americanas y en otros lugares del mundo se hallara un importante por ciento de científicos. O que los científicos figuren hoy de forma destacada entre los movimientos disidentes en los países totalitarios.

La ciencia es intrínsecamente antiautoritaria, por lo que esta remplace los sistemas políticos de prácticas despotas, por sistemas, en el que cualquiera capaz de hacer observaciones competentes y realizar experimentos controlados puede ser acertadamente considerado como una fuente potencial de autoridad, una autoridad que reside no en el individuo sino en sus resultados; a decir del político, escritor, filósofo, intelectual radical y revolucionario estadounidense de origen inglés Thomas Paine (1737-1809).

La ciencia anima y obliga a vivir con la duda y la ambigüedad, y a apreciar la vastedad de nuestra propia ignorancia. Estos hábitos mentales han calado, hasta cierto punto, en el dominio de los asuntos políticos tanto como de los científicos.

En palabras de Richard Feynman (1918-1988), La estructura política de los U.S.A se desarrolló bajo la premisa de que no se sabía con claridad cómo constituir un sistema de gobierno, o cómo ejercerlo. Esto resultó en la obtención de un sistema para gobernar cuando no se sabe cómo hacerlo. Y la forma de conseguirlo es permitir un sistema, en el que nuevas ideas puedan desarrollarse, ensayarse y desecharse.

El que hacer de la investigación científica requiere autonomía, libertad de expresión y de asociación. Esta exigencia de libertad hace aliados a científicos, escritores y artistas. Además, implica un hándicap a los sistemas políticos de naciones que tratan de competir en un entorno sociocultural global cada vez más científico y tecnológico mientras niegan la emancipación creativa e intelectual a sus habitantes.

La posición científica desde lo tecnológico, lo intelectual y lo político, puede resumirse en que la ciencia reside en algún lugar cerca del centro de nuestra cultura, por lo que entiendo la sociedad de todas las personas que valoran su libertad, hacen honor a sus responsabilidades, conocen su ignorancia y están dispuestas a seguir aprendiendo. Y al mismo tiempo, sin embargo, la mayoría de los ciudadanos de estas mismas sociedades permanecen ajenos a la ciencia (Hawking, et al., 2003).

Una razón para divulgar la ciencia es ayudar a las personas a entrar en contacto con su propia cultura en perfeccionamiento. Esta cultura posee, por supuesto, muchas otras y más viejas raíces, tales como el arte, la religión, la filosofía y la historia. Éstas son más familiares, habiendo cumplido los mil años de permanencia, según Alfred North Whitehead (1861-1947), y por ello parecen más naturales. Pero nada es más natural que la ciencia, porque nada ha hecho más por revelarnos cómo funciona realmente la naturaleza. Parte del trabajo del científico en el proceso de divulgación de sus hallazgos es ayudar a las personas a darse cuenta de esto, de modo que puedan vivir de forma integrada en un mundo que evoluciona y cambia cada vez más rápido.

Sin embargo, los divulgadores no hemos hecho un trabajo muy bueno hasta ahora. Durante décadas hemos estado haciendo programas de TV sobre ciencia, y escribiendo libros y artículos en revistas e historias para las secciones científicas de los periódicos. Pero aún nos encontramos viviendo en un planeta donde, una minoría de sus habitantes adultos cataloga como científicamente ilustrados según la definición más generosa. Otra porción pequeña, aunque superior a la anterior, cuenta al menos con un nivel exiguo de conocimientos del proceso de la ciencia. Mientras que el mayor número de los representantes de esta autodenominada sociedad inteligente, cree en la astrología. La comunidad científica tiene mucho que hacer en su proceso de divulgación y proyección.

CONCLUSIONES

La difusión científica se ha declarado de diversas formas a lo largo de la historia. El mérito y eficacia de estas formas de popularización de resultados científica fluctúa en función del tipo de información transmitida, la finalidad de esta, el receptor al que está enfocada y el momento en que se efectúa.

Las contribuciones científicas que se manifiestan como artículo científicos en revistas especializadas, son la forma de divulgación científica que goza de mayor aceptación.

En la actualidad las áreas de mayor productividad científica son: la física y astronomía, la ingeniería, la medicina, la bioquímica, las ciencias planetarias y de la tierra, y las ciencias de la computación.

La evaluación de la investigación puede jugar un papel importante en el desarrollo de la ciencia y sus interacciones con la sociedad. Los indicadores de investigación pueden proporcionar información crucial que sería difícil de aglutinar o entender a partir de experiencias individuales. Pero no se debe permitir que la información cuantitativa se convierta en un objetivo en sí misma. Las

mejores decisiones se toman combinando estadísticas robustas sensibles a los objetivos y la naturaleza de la investigación evaluada. Tanto la evidencia cuantitativa como la cualitativa son necesarias cada cual es objetiva a su manera.

Los intereses económicos de los monopolios editoriales que hoy tienen el poder de socialización de la información científica a escala global, representan un considerable freno para la proliferación de la actividad científica desde diversos puntos de vista.

Tuvimos lógica durante miles de años antes de que tuviéramos ciencia real, y lo que aprendimos es que la lógica puede producir fantásticos conjuntos de conclusiones que tienen poco que ver con el mundo. En otras palabras, hay un número infinito de universos lógicamente consistentes; la ciencia pregunta en cuál de estos universos vivimos realmente. Los educandos que no han aprendido esto han fracasado en captar la ciencia y sus resultados, independientemente de que puedan construir un silogismo o decir que un isótopo es el átomo de un mismo elemento, cuyo núcleo tienen una cantidad diferente de neutrones, por lo que este difiere en número másico. Para ellos, la ciencia es una máquina peligrosa que opera de formas tan misteriosas como los hechizos. Poco sorprende, entonces, que haya tantas personas que temen y desconfían de la ciencia, de modo que, en las películas y obras de TV, que pretenden reflejar el modo de pensar de la gente; es más probable que mueran violentamente los científicos que los miembros de cualquier otra profesión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. A. G., Perez, Y. M., & Hidalgo, D. B. (2017). Empleo de indicadores bibliométricos para la realización de un estado del arte. Un enfoque práctico. *Revista Publicando*, 3(9), 81-97. Recuperado de <https://www.rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/361>
- Bar-Ilan, J. (2008). Which h-index?—A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar. *Scientometrics*, 74(2), 257-271. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-008-0216-y>
- Bengston, W. F. (2001). Scientific disclosure: A reply to DeHarpporte. *Journal of Scientific Exploration*, 15(1), 131.
- Bernardo, W. M., Dos Santos, C. N., & Hirakawa, T. F. (2006). Disclosure of evidence-based and patient-centered scientific information. *Revista da Associação Medica Brasileira*, 52(2), 68-69.
- Brossard, D., & Scheufele, D. A. (2013). Science, new media, and the public. *Science*, 339(6115), 40-41. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/234047926_Science_New_Media_and_the_Public
- Burlon, O. (2007). About audience-specific communication. *Biotechnology Journal*, 2(9), 1070-1071.
- Butler, L. (2003). Explaining Australia's increased share of ISI publications—the effects of a funding formula based on publication counts. *Research Policy*, 32(1), 143-155. Recuperado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:respol:v:32:y:2003:i:1:p:143-155>
- Cáceres, J., & Ribas, C. (1996). La sociedad opina sobre ciencia. Resultados del estudio sobre la percepción social de la ciencia. *Mundo científico*, (167), 347-353.
- Chang, X., Chen, Q., & Fong, P. S. W. (2016). Scientific disclosure and commercialization mode selection for university technology transfer. *Science and Public Policy*, 43(1), 85-101. Recuperado de <https://academic.oup.com/spp/article-abstract/43/1/85/2503318>
- Cronin, B., & Sugimoto, C. R. (2014). *Beyond bibliometrics: Harnessing multidimensional indicators of scholarly impact*. Cambridge: MIT Press.
- Gans, J. S., Murray, F. E., & Stern, S. (2017). Contracting over the disclosure of scientific knowledge: Intellectual property and academic publication. *Research Policy*, 46(4), 820-835. Recuperado de https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/gans_murray_stern.pdf
- Gardner, W. (2004). Compelled disclosure of scientific research data. *Information Society*, 20(2), 141-146. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01972240490423067>
- Gmeiner, J. (2013). The disclosure of the constructed systems. The global context as accidental natural scientific machine and human construction in Peter Adolphsen's Machine. *European Journal of Scandinavian Studies*, 43(1), 3-24.
- González, G., & González, P. G. (2009). *Dirección y asesoría de la investigación científica*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Guadarrama González, P. (2009). Crítica a los reduccionismos epistemológicos en las ciencias sociales. *Revista de Filosofía*, 27(62), 49-85. recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-11712009000200002

- Hawking, S. W., Thorne, K. S., Novikov, I. D., Ferris, T., & Lightman, A. (2003). *The future of spacetime*. New York: WW Norton & Company.
- Hemachudha, T., & Wilde, H. (2000). Disclosure of author contributions in scientific publications. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 83(2), 213-215. Recuperado de <https://geoscience.net/research/045/801/045801729.php>
- Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., De Rijcke, S., & Rafols, I. (2015). El Manifiesto de Leiden sobre indicadores de investigación. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 10(29), 275-280. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132015000200013
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46). Recuperado de <http://www.pnas.org/content/102/46/16569>
- López, Á. B. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 1(2), 70-86. Recuperado de http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16448/Educaci%C3%B3n_y_Divulgaci%C3%B3nCient%C3%ADfica.pdf
- López Piñero, C., & Hicks, D. (2014). Reception of Spanish sociology by domestic and foreign audiences differs and has consequences for evaluation. *Research Evaluation*, 24(1), 78-89. Recuperado de <https://academic.oup.com/rev/article/24/1/78/1544815>
- García-Hernández, L. M., Martínez-Rodrigo, E., & Mas, J. S. V. (2017). Rhetoric and scientific disclosure. A proposal for the web of biotechnology companies. *Athenea Digital*, 17(1), 269-290. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Athenea/article/download/319780/409996>
- Mier, C., & Porto-Renó, D. (2009). The Blogosphere and YouTube as Spaces for the Exhibition of Interactive Audiovisual Products. *Palabra Clave*, 12(2), 207-214. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/35989997/Blogosfera-y-You-Tube-Como-Espacios-Para-La-Exhibicion-de-Audiovisuales>
- Newton, I. (2013). *Philosophie naturalis principia Mathematica*. Memphis: Rarebooksclub.com.
- Pellicer, A., & Zupì, E. (2016). Disclosure in scientific meetings: should we take any steps further? *Fertility and Sterility*, 106(5), 10-32. Recuperado de [http://www.fertstert.org/article/S0015-0282\(16\)62721-8/fulltext](http://www.fertstert.org/article/S0015-0282(16)62721-8/fulltext)
- Porta, M. (2008). Using the freedom we have, strengthening democracy, widening transparency, practising disclosure and increasing the scientific level of epidemiologic research: How much do we want to achieve in the next 10 years? *Epidemiologia e Prevenzione*, 32(3), 126-127.
- Shi, H., & Lai, E. (2013). An alternative university sustainability rating framework with a structured criteria tree. *Journal of Cleaner Production*, 61, 59-69. Recuperado de [https://scholars.cityu.edu.hk/en/publications/an-alternative-university-sustainability-rating-framework-with-a-structured-criteria-tree\(16e1eb5a-391f-4e17-a7f4-cb57d0aa183b\).html](https://scholars.cityu.edu.hk/en/publications/an-alternative-university-sustainability-rating-framework-with-a-structured-criteria-tree(16e1eb5a-391f-4e17-a7f4-cb57d0aa183b).html)
- Simeth, M., & Lhuillery, S. (2015). How do firms develop capabilities for scientific disclosure? *Research Policy*, 44(7), 1283-1295. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/eee/respol/v44y2015i7p1283-1295.html>
- Sowter, B. (2008). The times higher education supplement and quacquarelli symonds (THES - QS) World University Rankings: New developments in ranking methodology. *Higher Education in Europe*, 33(2-3), 345-347. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03797720802254247>
- Van Raan, A. F., Van Leeuwen, T. N., Visser, M. S., van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Rivals for the crown: Reply to Opthof and Leydesdorff. *Journal of Informetrics*, 4(3), 431-435. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157710000301>
- Waltman, L., et al. (2012). The Leiden Ranking 2011/2012: Data collection, indicators, and interpretation. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 63(12), 2419-2432. Recuperado de <http://online-library.wiley.com/doi/10.1002/asi.22708/abstract>
- Wick, J. Y., & Zanni, G. R. (2005). Fiction: More than just entertainment. *Consultant Pharmacist*, 20(10), 898-902.