

Altmetría como especialidad de investigación (*Dimensions*, 2005-2018)

Altmetrics as a research specialty (*Dimensions*, 2005-2018)

Carlos Olmeda-Gómez; Antonio Perianes-Rodríguez

Note: This article can be read in English on:

<https://recyt.fecyt.es/index.php/EPI/article/view/epi.2019.nov.08>

Cómo citar este artículo:

Olmeda-Gómez, Carlos; Perianes-Rodríguez, Antonio (2019). "Altmetrics as a research specialty (*Dimensions*, 2005-2018)". *El profesional de la información*, v. 28, n. 6, e280608.

<https://doi.org/10.3145/epi.2019.nov.08>

Artículo recibido el 20-03-2019
Aceptación definitiva: 25-10-2019



Carlos Olmeda-Gómez ✉

<https://orcid.org/0000-0001-5955-6423>

Universidad Carlos III de Madrid
Dpto. de Biblioteconomía y
Documentación.

Madrid, 128
28903 Getafe (Madrid), España
carlos.olmeda@uc3m.es



Antonio Perianes-Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0002-1188-3481>

Universidad Carlos III de Madrid
Dpto. de Biblioteconomía y
Documentación.

Madrid, 128
28903 Getafe (Madrid), España
antonio.perianes@uc3m.es

Resumen

Se analiza la bibliografía científica sobre altmétricas publicada entre 2005 y 2018. La estructura general de su paisaje intelectual se caracteriza en términos de concentraciones temáticas de referencias cocitadas. Se aplican análisis de cocitación de revistas y de cocitación de autores. Con una consulta a la base bibliográfica *Dimensions* se extraen 8.145 documentos de todo tipo y 56.936 referencias citadas que integran el conjunto de datos inicial con el que se acomete el análisis. Se han generado redes *Pathfinder* usando *CiteSpace* para representar las revistas y los autores dominantes en la especialidad. La estructura temática de la especialidad se identifica mediante análisis de clusters de autores cocitados y análisis semánticos latentes. La investigación sobre "open knowledge", "altmetric collection", "web indicator", "assessing research", "researchgate score", "open data citation advantage", "google scholar autor citation", "share data", "academic tweet", "mendeley readership count" y "social media metric", aparecen como líneas de investigación actuales. Se aportan varios indicadores estadísticos para destacar las revistas y autores claves en la especialidad.

Palabras clave

Altmetría; Altmétricas; Citas; Análisis de redes de citas; Análisis de cocitación; Visualización de redes bibliométricas; Medios sociales académicos; Indicadores; Autores; Revistas científicas; Comunicación científica; Mapas de la ciencia; *Dimensions*; *CiteSpace*.

Abstract

The scientific literature on altmetrics published from 2005 to 2018 was analysed. The overall structure of the speciality's intellectual landscape is depicted through clusters of co-cited references, analysing journal and author co-citations. The 56,936 references cited in the 8,145 papers of all kinds retrieved from the *Dimensions* bibliographic database were included in the initial dataset used in the analysis. Pathfinder networks were generated with *CiteSpace* to determine the most prevalent journals and authors in the speciality. Conceptual structures were identified by co-citation clustering and latent semantic analysis. 'Open knowledge', 'altmetric collection', 'web indicator', 'assessing research', 'ResearchGate score', 'open data citation advantage', 'Google Scholar author citation', 'share data', 'academic tweet', 'Mendeley

Agradecimientos

Agradecemos a los dos revisores anónimos sus comentarios que nos ayudaron a mejorar el documento.

readership count' and 'social media metrics' were observed to be the lines of research presently favoured by specialists. Statistical indicators were calculated to determine the journals and contributors making the greatest impact.

Keywords

Altmetrics; Citation; Citation network analysis; Co-citation analysis; Visualization of citation networks; Scholarly social media; Indicators; Authors; Scientific journals; Scholarly communication; Science mapping; *Dimensions*; *CiteSpace*.

1. Introducción

La introducción de métricas alternativas o *altmétricas* en el sistema global de comunicación científica, no hubiera sido posible sin la aparición de nuevas empresas con forma de plataformas web sociales, tras el estallido de la burbuja tecnológica de la internetmanía (1997-2000). Tras el *crash* de 2001, las plataformas web sociales surgieron con el boom de la web 2.0 (O'Reilly, 2006) a partir de finales de la década de 1990: *Blogger* (1999), *Wikipedia* (2001), *Myspace* (2003), *Facebook* (2004), *Flickr* (2004), *YouTube* (2005) o *Twitter* (2006). Su creación fue favorecida por la existencia de un entorno económico con fuerte empuje derivado de la elevada disponibilidad crediticia de capital riesgo. Estas plataformas se han definido como

“un grupo de aplicaciones de internet construidas sobre los cimientos tecnológicos de la web 2.0 para permitir la creación e intercambio de contenido generado por los usuarios” (Kaplan; Haenlein, 2010).

En octubre de 2010 Priem, Taborelli, Groth y Neylon publicaron el *Altmetrics manifesto* (Priem et al., 2010), declarando la necesidad de medir el impacto de las actividades de los científicos en el ecosistema de comunicación poblado por nuevos tipos de servicios y modernas herramientas online.

<http://altmetrics.org/manifesto>

Según los autores, el impacto global de la actividad científica se podría medir más allá de los instrumentos creados por la propia comunidad científica en el pasado, como la revisión de pares, la contabilidad de las citas o el Factor de Impacto (FI) como instrumento para juzgar la calidad de las revistas. En el caso de la revisión por pares, las objeciones que contiene el manifiesto destacan que es un sistema

“lento, fomenta la convencionalidad y no responsabiliza a los revisores”,

además de no limitar el número de trabajos publicados. Admitiendo la citación, los autores del manifiesto critican la lentitud que exige su configuración, su limitación intrínseca por cuanto no tiene en consideración el impacto más allá del entorno académico, además de ignorar el contexto y las razones de la citación. Las críticas contenidas en el manifiesto hacia el FI, se basan en su uso para evaluar las trayectorias científicas individuales, así como por ser un secreto comercial y manipulable de forma sencilla. En consecuencia, la propuesta inicial de estos autores se estableció en su origen con la idea de diferenciarse de las métricas tradicionales hasta ese momento basadas en citas contenidas en artículos y comunicaciones de congresos científicos y con la aspiración de buscar el modo de reemplazarlas por insuficientes, en procedimientos de evaluación.

Altmétricas es un término con múltiples definiciones. Thelwall señala que

“son indicadores web o métricas de medios sociales derivados de webs sociales como *Twitter* que son libres de recolectarse y abiertos cara al público (...) recolectados por programas a través de interfaz de programación de aplicaciones” (Thelwall, 2017).

Engloba todas aquellas métricas que miden nuevas formas de ejercitar, discutir o comunicar ciencia, especialmente en plataformas de contenidos generados por el usuario. Estas métricas se sumarían a las existentes previamente conocidas genéricamente como “indicadores web”, los que procedían del estudio cuantitativo relacionado con el fenómeno Web (Thelwall; Vaughan; Björneborn, 2005; Mas-Bleda; Aguillo, 2015). Pueden distinguirse diferentes fuentes de datos con posibilidades de obtención de indicadores y que se emplean de forma habitual (Weller, 2015). De forma genérica y sin ser exhaustivos se citan aquí:

- plataformas generalistas de contenidos generados por el usuario, como *Twitter* y *Facebook* que cubren la actividad social;

- agregadores de datos altmétricos (*altmetrics.com*);

- gestores sociales de referencias (*Mendeley*);

- bibliotecas de intercambio y redes profesionales (*Academia.edu*; *Faculty of 1000*; *ResearchGate*), que reflejan actividades académicas en un sentido laxo;

- sistemas de blogs de naturaleza diversa, y aquellos otros con mayor orientación científica, donde aparecen comentarios y conversaciones académicas.

Son considerados también los medios de comunicación masivos tradicionales orientados al público en general, incluidos medios de prensa, audiovisuales, como *YouTube* o *Wikipedia*, en los que se pueden contabilizar las citas recibidas por un artículo o las veces en que ha sido utilizado como referencia (Priem, 2014).

“ Hay voces críticas que se oponen de forma ostensible al empleo de este tipo de nuevos indicadores ”

No obstante, hay voces críticas que se oponen de forma ostensible al empleo de este tipo de nuevos indicadores con varios argumentos:

- por ser meramente un complemento de los indicadores basados en citas, sin capacidad de reemplazarlos;
- por la facilidad con la que pueden ser manipulados de forma fraudulenta;
- por la ausencia de correlación con los indicadores bibliométricos;
- por la inclusión de datos que proceden de las redes sociales poco interesados en resultados de investigación, pero sí en temas de moda o populares;
- por la ausencia de significado consensuado acerca de lo que miden los indicadores;
- debido a la heterogeneidad en las motivaciones de los usuarios al mencionar un trabajo en las plataformas sociales;
- por la ausencia de marcos teóricos para interpretar los indicadores;
- a causa de los problemas derivados de la calidad y reproducibilidad de los datos, la falta de inclusión de todas las plataformas de medios digitales o los sesgos en los idiomas de las fuentes desde donde se recolectan (**Williams**, 2017).

Los investigadores que trabajan en este campo han llevado a cabo en los últimos años una actividad de trabajo destacada, plasmándose en múltiples encuentros celebrados como sesiones específicas en congresos web (2011-2014), o en *altmetrics workshops* específicos (2015-2018). La *National Information Standards Organization (NISO)* recibió en 2013 fondos de la fundación *Alfred P. Sloan* para el desarrollo de un proyecto que definiera normas y buenas prácticas. Debían basarse en métricas de uso y ser aplicables en la evaluación de la investigación. En 2016 se hicieron públicas sus recomendaciones (*NISO*, 2016).

La aparición de revisiones bibliográficas (**Thelwall; Kousha**, 2015a; 2015b; **Kousha; Thelwall**, 2015; **Erdt et al.**, 2016; **Sugimoto et al.**, 2017) y el establecimiento de una nueva revista internacional en 2018, publicada en abierto y con revisión por pares, *Journal of altmetrics*, específicamente orientada al área de las métricas alternativas, indican que la investigación y su proyección pública se ha acelerado a lo largo de la pasada década.

La caracterización bibliométrica de la altmetría se ha explorado en trabajos previos. Los análisis han recopilado datos sobre la evolución temporal de la producción, autores, centros o revistas más destacados y aproximaciones sobre el impacto logrado por los trabajos. Por ejemplo, en 2014 se publicó un trabajo basado en 70 registros obtenidos de *Scopus* entre 2009 y 2014, donde se listan recuentos de producción y de impacto obtenidos a partir de *Google Scholar* (**Das; Mishra**, 2014). En 2016, con un análisis basado en 253 documentos publicados entre 2005 y 2015 localizados en la *Web of Science* y *Scopus*, se identifican autores, instituciones y revistas más prolíficos, las redes de coautoría entre autores y las redes de coocurrencia de palabras clave como modo de describir su enfoque temático (**González-Valiente; Pacheco-Mendoza; Arencibia-Jorge**, 2016). Con indicadores altmétricos, que proceden de *Mendeley*, *Twitter*, blogs y *Wikipedia*, extraídos de las plataformas *altmetrics.com* y *PlumX*, se han obtenido valores sobre 693 documentos indizados en *Scopus* y *Web of Science* cuyo análisis se publicó en el editorial del primer número de la revista *Journal of altmetrics* (**Bar-Ilan**, 2018).

En este trabajo se presentan nuevos datos empíricos sobre las relaciones intelectuales establecidas entre los investigadores, que se derivan de las redes de citación establecidas a lo largo de más de una década y detectables por el análisis de sus publicaciones indizadas en bases de datos bibliográficas.

2. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es conocer la estructura intelectual de las métricas alternativas o altmetría a partir del análisis de fuentes bibliográficas. Se trata de obtener una aproximación al núcleo de la estructura intelectual de esta especialidad de investigación. El enfoque se realiza mediante análisis multinivel al utilizar *CiteSpace* como programa de visualización y análisis de redes de citación. Los objetivos son:

- a) presentar datos que caractericen la estructura de las revistas y las publicaciones en el campo de las altmétricas;
- b) identificar los autores y grupos de autores influyentes en la especialidad;
- c) obtener indicadores relacionales y de citación a nivel individual de autores y revistas;
- d) detectar conceptos y términos relacionados con la especialidad;
- e) generar mapas de cocitación de revistas y autores.

3. Materiales y métodos

3.1. Registros bibliográficos

Los registros bibliográficos se han descargado de la versión gratuita de la plataforma de datos de investigación *Dimensions* desarrollada por *Digital Science*.

<https://www.dimensions.ai>

Proceden del módulo de publicaciones de *Dimensions*. La plataforma contiene además módulos adicionales con información de ensayos clínicos, informes políticos, patentes y subvenciones, que son de acceso restringido por suscripción (**Orduña-Malea; Delgado-López-Cózar**, 2018). En el momento de la descarga de datos las publicaciones del módulo de *Dimensions* se clasifican en:

- artículos (83.729.633)
- capítulos (8.783.117)
- congresos (5.460.221)
- monografías (666.228)
- preimpresos (394.331)
- libros (259.228)

En febrero de 2019 se interrogó la versión pública de *Dimensions* con una estrategia de búsqueda compuesta por la expresión

altmetric OR altmetrics OR science 2.0 OR article level metrics OR social media metrics

Esta estrategia es una versión modificada de la ya empleada en un trabajo previo (**González-Valiente; Pacheco-Mendoza; Arencibia-Jorge**, 2016). El único sintagma con el que ampliamos aquel argumento es science 2.0. Con él queremos captar un aspecto importante: el que muestra cómo la investigación se comunica y se revela a un público más amplio en medios sociales, en fuentes de literatura gris o en la Web en general. Aspiramos de forma inicial e intuitiva a integrar en nuestro análisis las interacciones entre esas audiencias diversas y una amplia gama de nuevas plataformas y objetos académicos de los que se derivan resultados de investigación no convencionales. Entendemos que las altmétricas son diversas y dinámicas y, como otras, es una especialidad polifacética y multidimensional. Y que una especialidad emergente puede publicar artículos de investigación bajo una gama extremadamente amplia de términos y de publicaciones. Por eso hemos ampliado la sentencia original que encontramos en el trabajo mencionado. Se ha ejecutado en la interfaz de búsqueda con la opción *full data* activada y sin limitación de fechas u otra clase posible de filtros establecidos *a priori*, como tipo de documento, área temática o idioma.

Los datos se descargaron aplicando filtros de limitación temporal: 2005 a 2018. Deliberadamente no se descargaron para el análisis los registros de 2019 (224), por corresponder con un año de actividad de publicación incompleta. Se eligió 2005 como fecha inicial ya que es el primer año en el que *Dimensions* clasifica diez artículos obtenidos como resultado de la consulta, habiendo otros años anteriores con referencias inadecuadas tras su inspección manual. Los registros descargados han sido posteriormente analizados empleando las técnicas computacionales y estadísticas del programa *CiteSpace V* (**Chen**, 2006).

3.2. Métodos

Una especialidad de investigación se define de una forma restringida como

“una estructura de conceptos consensuada y alimentada por las redes de citación y de cocitación” (**Morris; Vander-Veer-Martens**, 2008).

Basándose en esta definición, se ha elegido generar un análisis de cocitación de algunos de los tipos de entidades contenidas en los registros bibliográficos. La perspectiva de la cocitación es un tema central en los estudios bibliométricos desde los años setenta del siglo pasado para analizar las especialidades, escuelas o campos científicos. De este modo se aplica un método tradicional para el análisis de las métricas alternativas.

El método seleccionado es genéricamente el de cocitación de autores (**White; Griffith**, 1981) y revistas (**McCain**, 1991). Los valores de cocitación proceden del número de veces que dos nombres de autores o dos títulos de revistas en nuestro caso, se citan conjuntamente en una publicación posterior. De este modo se asume que los autores del trabajo perciben que esos dos objetos están relacionados por sus temas o su enfoque metodológico. Cuando otros autores en nuevos trabajos vuelven a emparejar en sus listas de referencias los mismos objetos, mayor relación de proximidad o vecindad por sus contenidos o enfoques metodológicos cabe deducir que comparten. De ese modo, cuanto mayor sea el vínculo de cocitación entre ambos, mayor será la proximidad de los autores y las revistas derivados de esas relaciones.

Entendemos que las altmétricas son diversas y dinámicas y, como otras, es una especialidad polifacética y multidimensional

En este trabajo se emplean técnicas de visualización con un enfoque basado en grafos, con nodos que representan los objetos, autores y revistas, y enlaces que representan la fuerza del vínculo u otros atributos de la relación entre nodos. Nos servimos de ellos para construir mapas bibliométricos. En esos *scientogramas* aparecen por ejemplo los autores y/o revistas que son centrales o periféricos en la especialidad y se distinguen los más preeminentes de los que no lo son. Nuestro trabajo no se limita sólo a construir clusters de cocitación de los documentos, sino que tiene en consideración también y, fundamentalmente, el análisis de la composición de los clusters de trabajos citantes, cuyos trabajos se asignan o no a los clusters de cocitación. Los resultados obtenidos lo son tanto de los trabajos citantes, como de los trabajos que integran los clusters de trabajos cocitados. Por ello el método elegido es un análisis de cocitación (**Boyack; Klavans**, 2010).

3.3. Procedimientos e indicadores

Índice g

Se han aplicado unos criterios comunes para seleccionar del conjunto descargado los registros analizables con *CiteSpace* y generar las representaciones gráficas y obtención de valores de los indicadores. Los registros se han subdividido en

una secuencia consecutiva de intervalos de un año de duración. El criterio empleado para seleccionar los documentos candidatos a ser representados en cada uno de los análisis realizados de forma independiente ha sido la utilización de un umbral definido por el índice *g* (Egghe, 2006) en nuestra colección de registros. Este índice se

Una especialidad de investigación se define como una estructura de conceptos consensuada y alimentada por las redes de citación y de cocitación

basa en la distribución de las citas recibidas por cada uno de los trabajos. Ordenados de forma decreciente por el número de citas recibidas, el índice *g* divide el conjunto en dos grupos, empleando el número *g*, de modo tal que los *g* artículos más citados en el conjunto, son aquellos que han recibido al menos g^2 citas. Los registros que cumplen en cada año entre 2005 y 2018 con un índice *g* modificado por la constante $k=5$, son los extraídos para realizar los análisis de cocitación de revistas y de autores. La finalidad de elegir como criterio principal el índice *g* es el de seleccionar el mayor número de revistas y autores altamente citados para ser incluidos en el análisis, ya que el uso de este índice lo posibilita.

Normalización de los valores de cocitación

Los valores de cocitación de cada red correspondiente a un año en el intervalo, se han normalizado empleando la medida de coeficiente del coseno (Leydesdorff, 2008b).

Visualización

Los clusters de autores y revistas cocitados de cada año, se han mezclado de nuevo para formar una red única que cubre todo el período y sirve para computar el diseño. Las redes de cocitación se representan gráficamente mediante nodos (revistas y autores) y enlaces. Las redes construidas a partir de registros bibliográficos pueden contener múltiples líneas redundantes entre sus nodos, provocando una saturación u oclusión cuando se representan en modo gráfico. Las técnicas de poda de enlaces pueden paliar este fenómeno. Las redes *Pathfinder* que se han generado, representan el número mínimo de enlaces necesarios para representar las redes. Con esta técnica se eliminan todos aquellos enlaces que no formen parte del camino más corto entre cada par de nodos, sean autores o revistas (Schvaneveldt; Durso; Dealholt, 1990; White, 2003). La configuración de la distribución espacial de las redes es el resultado de aplicar el algoritmo Kamada-Kawai (Kamada-Kawai, 1989). Por último, también se ha generado una representación con formato de líneas temporales para representar la red *Pathfinder* de los clusters de cocitación de autores.

Modularidad

Representa la medida en que una red se puede descomponer en múltiples componentes o módulos. Proporciona un valor matemático sobre la claridad de la descomposición de la red en clusters (Newman, 2006; Chen; Ibekwe-SanJuan; Hu, 2010).

Silueta

El valor de la silueta muestra la calidad de la configuración de los clusters. Cuanto mayor sea, más perfecta será la solución obtenida (Rousseeuw, 1987).

Centralidad de intermediación

Este indicador mide el número de caminos más cortos en una red que parten de todos los nodos hacia los demás, pasando por un nodo determinado (Freeman, 1977). La revista o el autor con valores más elevados de intermediación actúan como nodos conectores o conmutadores. Pueden ser importantes por relacionar conglomerados de autores que representan escuelas o enfoques diferentes en una especialidad, que han sido configurados en distintos momentos temporales o que son citados por conjuntos de clusters de cocitación heterogéneos.

Burst

Es el indicador de fuerza basado en la frecuencia significativa o la intensidad de la atención recibida por un determinado autor o revista en un intervalo corto de tiempo. Se calcula respecto de otro momento similar en un ciclo temporal determinado (Mane; Börner, 2004). Es un indicador de orden superior para medir el impacto basado en la citación. Los autores con valores más elevados de fuerza de *burst* se convierten en hitos importantes ya que han atraído la atención de forma intensa en la comunidad de investigadores identificando el momento en el que la atrajo. Para calcular el indicador de fuerza de *burst* se ha empleado el algoritmo de Kleinberg (2002).

Sigma

Es una métrica que combina el valor de una medida estructural, como es el valor de intermediación, junto con la fuerza de *burst* o de reconocimiento entre los pares, anteriormente descrita (Chen; Ibekwe-SanJuan; Hu, 2010).

3.4. Etiquetado y descripción temática de los conglomerados o clusters de autores

Para etiquetar los clusters de autores se extraen sintagmas nominales a partir de los títulos de los artículos que citan cada cluster. En este caso se ha empleado la técnica *log-likelihood ratio* (LLR), como método estadístico para concretar las etiquetas. La descripción general de los temas de los clusters citantes, se realiza extrayendo términos de los títulos de los trabajos mediante el procedimiento *latent semantic indexing* (Deerwester et al., 1990).

4. Resultados

4.1. Datos estadísticos básicos

Se han descargado de *Dimensions* 8.145 registros, distribuidos en:

- 5.417 artículos
- 1.894 capítulos
- 362 actas de congreso
- 249 libros
- 165 monografías
- 58 preprints o eprints.

Se entiende por preprints aquellas versiones (aún) no revisadas por pares de un artículo científico o académico. El número total de publicaciones por año no ha dejado de crecer entre 2005 y 2018, con una pequeña fluctuación de descenso en el año 2015 (figura 1). Entre 2018 y 2013, esta última la fecha en que se inicia el crecimiento acelerado, la tasa de crecimiento anual compuesta ha sido del 29%.

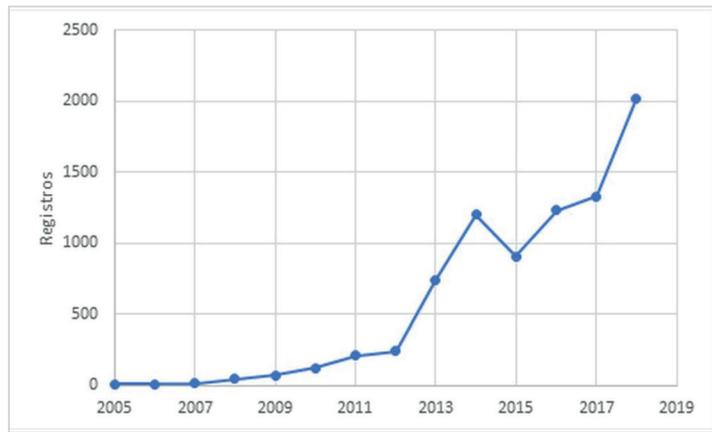


Figura 1. Evolución del número de registros en *Dimensions* 2005-2018, recuperados mediante la búsqueda: altmetric OR altmetrics OR science 2.0 OR article level metrics OR social media metrics

Dimensions emplea una clasificación temática de los contenidos organizada de forma jerárquica (Bode et al., 2018), que según la última reordenación en octubre de 2019, queda organizada en 22 divisiones y 157 campos de investigación. La clasificación temática de los registros descargados por los primeros diez campos de investigación por producción, junto con las diez fuentes más relevantes de trabajos, aparecen reflejados en la tabla 1.

Los campos de investigación a los que están adscritos los trabajos, tal y como son denominados en *Dimensions*, son una de las evidencias de la concentración temática de la escritura en la especialidad. *Information systems* es el campo de investigación dominante con el que los registros obtenidos han sido clasificados a nivel individual. Además, otro campo relacionado, *Artificial intelligence and image processing* aparece en quinto lugar. Indica que los temas relacionados con los sistemas de información son fundamentales en esa especialidad. El resto de los campos con los que se articula de forma temática la especialidad, se relacionan con la medicina (*Public health & health services*) y otra amplia variedad de campos propios de las ciencias sociales.

Tabla 1. Diez campos de investigación y fuentes más productivas (*Dimensions*, 2005-2018)

Campo de investigación	Nº	Título de la fuente	Nº
Information systems	1.078	<i>Nature</i>	318
Public health & health services	453	<i>Scientometrics</i>	211
Sociology	386	<i>Lectures notes in computer science</i>	122
Psychology	276	<i>Jasist</i>	102
Artificial intelligence and image processing	241	<i>Journal of informetrics</i>	82
Policy and administration	222	<i>PLoS one</i>	72
Applied economics	174	<i>Communication in computer and information science</i>	57
Specialist studies in education	153	<i>New England journal of medicine</i>	52
Business and management	138	<i>Learned publishing</i>	48
Historical studies	135	<i>Neurology</i>	47

En la relación de revistas relevantes por producción en la especialidad, aparecen tres títulos centrales en estudios métricos, propios del campo Información y Documentación, como son *Scientometrics*, *Journal of informetrics* y *Journal of the Association of Information Science and Technology (Jasist)*. Otro título de revista destacado por publicar trabajos de la especialidad es *Learned publishing*, cuya orientación principal es la publicación de artículos sobre la comunicación académica y los aspectos profesionales de la edición académica.

Dimensions aporta información del impacto de las publicaciones extraídas de sus bases a nivel de artículo. En la tabla 2 se presentan algunos datos básicos referidos a los documentos descargados. Las citas de las publicaciones se refieren al número de veces que una publicación ha sido citada por otra en la base *Dimensions*. Las citas provienen de todo tipo de publicaciones, no sólo artículos, sino también libros, capítulos de libros, monografías, comunicaciones de congresos y preprints. Como medida estándar del impacto que tiene un trabajo, las citas son el indicador más utilizado de la aceptación / importancia del trabajo publicado dentro de la comunidad investigadora. Citas por publicaciones es un indicador agregado; se calcula dividiendo el número total de citas por el número total de publicaciones.

Tabla 2. Resumen de datos básicos de impacto de los registros descargados (2010-2018)*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	%
Publicaciones	120	210	243	741	1.200	905	1.229	1.328	2.022	
Citas de las publicaciones	651	954	1.314	1.948	2.758	4.453	6.976	10.832	18.535	
% Publicaciones citadas	71,70	72,40	67,10	42,90	37,20	59,40	54,60	50,20	24,40	44,40
% Publicaciones no citadas	28,30	27,60	32,90	57,10	62,80	40,60	45,40	49,80	75,60	55,60
% Citas por publicación	9,86	17,09	12,59	8,57	5,19	7,22	6,67	5,83	1,06	6,59

*La omisión de datos referidos al período 2005-2009, proviene desde el origen en *Dimensions*.

4.2. Análisis de cocitación de revistas

El conjunto completo de registros bibliográficos descargados de *Dimensions* (8.145), se han analizado y visualizado empleando *CiteSpace* para el análisis de cocitación de revistas. El criterio de índice $g\ k=5$, ha limitado el volumen de registros a 3.974 y con las 30.227 referencias bibliográficas contenidas en estos registros, se ha generado la red de cocitación de 335 nodos y 1.095 enlaces.

Las redes fusionadas que se han creado con *CiteSpace* caracterizan las revistas relevantes que se han empleado para la publicación en la especialidad, así como sus afinidades (figura 2). Aparecen representados en los nodos aquellos títulos de revistas o de publicación académica cuya frecuencia de citación ha superado el valor de 150. Los tamaños de los nodos son proporcionales a ese valor. Destacan los nodos:

- *PloS one* (1.043)
- *Journal of the Association for Information Science and Technology* (1.036)
- *Nature* (989)
- *Scientometrics* (872)
- *Science* (858).

Los nodos con mayor tamaño implican una mayor importancia de la base de publicaciones de las que se nutren los miembros de la especialidad. Los anillos que aparecen marcados en rojo representan nodos que tienen fuerzas de *burst* importantes. Los colores de los enlaces se corresponden con las redes generadas en cada intervalo. Más antiguas aquellas con colores en la gama de tonos violetas (2005-2009) y más modernas con tonos anaranjados y amarillos (2013-2018).

La tabla 3 presenta las revistas top derivadas del análisis de cocitación de revistas. Aparecen los valores de citación de cada una de ellas. Son muchos los títulos de revistas vinculados con:

- Información y Documentación (*Jasist, Learned publishing, Journal of documentation...*);
- Estudios en informetría (*Scientometrics, Journal of informetrics...*);
- Evaluación de políticas de ciencia y tecnologías (*Research policy, Research evaluation...*),

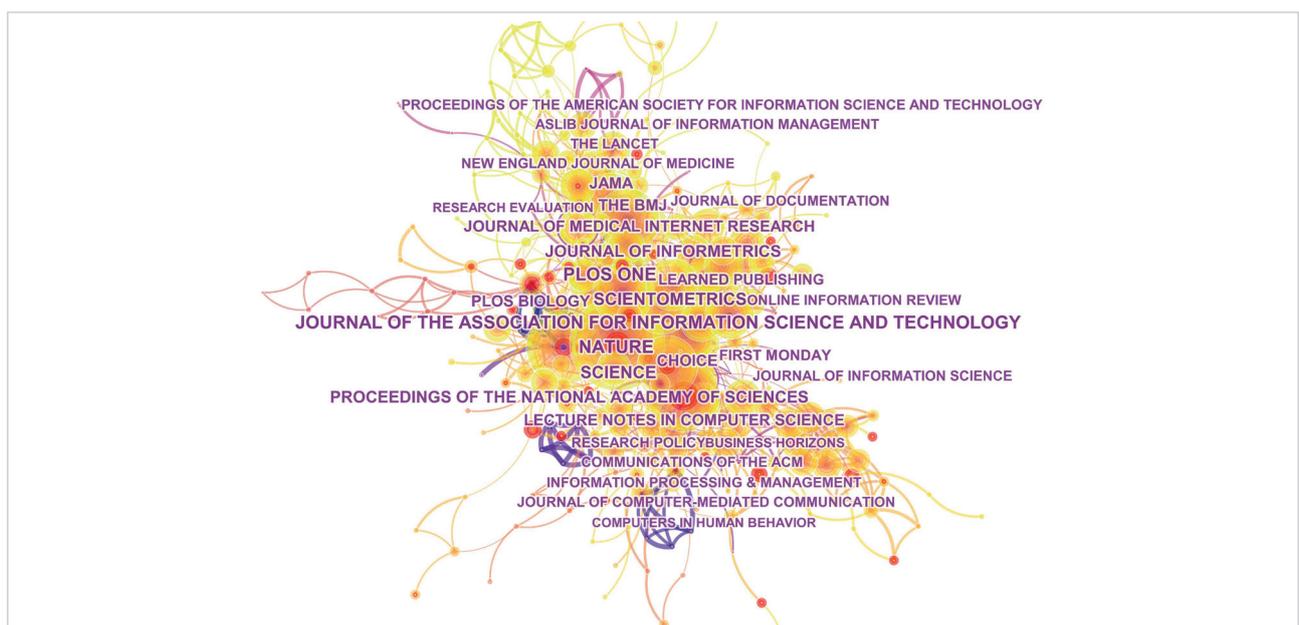


Figura 2. Red de cocitación de revistas en “métricas alternativas” 2005-2018. Nodos identificados por frecuencia de citación. Umbral: ≥ 150 citas. Tamaño de las etiquetas proporcionales a la frecuencia de citación.

Fuente: *Dimensions*

- Multidisciplinares (*PLoS one, Nature, Science, Proceedings of the National Academy of Sciences*);
- Medicina (*The lancet, Journal of medical research, Journal of the American Medical Association...*);
- Informática (*Lecture notes in computer science, Communications of the ACM...*).

Tabla 3. Revistas top. Red *Pathfinder* de cocitación de revistas en "métricas alternativas" 2005-2018.

Rank	Revista	Citación	Burst	Centralidad
1	<i>PLoS one</i>	1.043		0,08
2	<i>Journal of the Association for Information Science and Technology</i>	1.036		0,08
3	<i>Nature</i>	989	9,50	0,19
4	<i>Scientometrics</i>	872		0,06
5	<i>Science</i>	858	20,30	0,06
6	<i>Journal of informetrics</i>	546		0,03
7	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i>	536		0,08
8	<i>Journal of medical internet research</i>	398		0,19
9	<i>The BMJ</i>	394		0,10
10	<i>Jama</i>	393		0,05
11	<i>Lecture notes in computer science</i>	380	20,20	0,17
12	<i>PloS biology</i>	348		0,12
13	<i>Choice</i>	345		0,14
14	<i>Learned publishing</i>	321		0,09
15	<i>First Monday</i>	313		0,10
16	<i>New England journal of medicine</i>	243		0,08
17	<i>Journal of documentation</i>	229		0,01
18	<i>Research policy</i>	226		0,02
19	<i>Communications of the ACM</i>	220	18,50	0,07
20	<i>Information processing & management</i>	219	2,97	0,15
21	<i>Journal of information science</i>	218		0,04
22	<i>Online information review</i>	192		0,09
23	<i>The lancet</i>	191		0,01
24	<i>Aslib journal of information management</i>	190		0,04
25	<i>Journal of computer-mediated communication</i>	185		0,11
26	<i>Proceedings of the American Society for Information Science and Technology</i>	179		0,04
27	<i>Business horizons</i>	174		0,09
28	<i>Computers in human behavior</i>	174		0,02
29	<i>Research evaluation</i>	164		0,01
30	<i>PloS medicine</i>	153		0,21
31	<i>Annual review of information science and technology</i>	152		0,03
32	<i>College & research libraries</i>	147		0,06
33	<i>Bulletin of the Association for Information Science and Technology</i>	146	2,85	0,07
34	<i>Journal of marketing</i>	141		0,06
35	<i>Serials review</i>	140		0,06
36	<i>Journal of interactive marketing</i>	140		
37	<i>Journal of marketing research</i>	131		0,01
38	<i>The journal of academic librarianship</i>	125		0,06
39	<i>El profesional de la información</i>	121	12,30	

Las redes de cocitación de revistas (figura 2) ilustran la estructura de las especialidades de investigación a partir de la bibliografía publicada, además de generar información que sirve para identificar las revistas del núcleo de la especialidad, que pueden servir a grupos particulares que tengan orientación a la investigación (McCain, 1991). La red *Pathfinder* construye microestructuras que son más fáciles de comprender que aquellas otras de grafos cuyos enlaces no hayan sido podados ya que son siempre representaciones simplificadas de la especialidad que se analiza (figura 3). Los vínculos entre los nodos son perceptibles y cobran más sentido cuando se observan las conexiones que unen unos nodos con otros. Al eliminarse enlaces, los valores de intermediación se incrementan y en la representación del grafo se hacen más

evidentes aquellas revistas nucleares que articulan la especialidad. La poda ha eliminado el 28% de los enlaces originales aclarando la representación del grafo inicial.

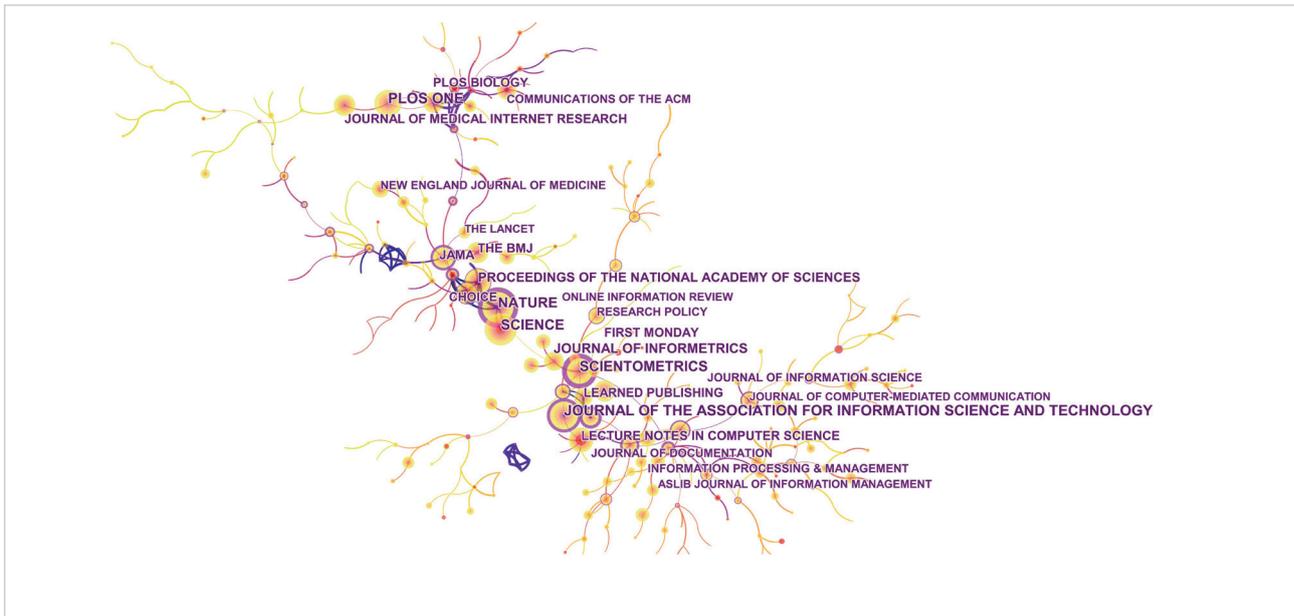


Figura 3. Red Pathfinder de cocitación de revistas en “métricas alternativas”. 2005-2018. Nodos identificados por frecuencia de citación. Umbral mínimo de citación ≥ 150 citas.
Fuente: *Dimensions*

Los tamaños de los nodos son proporcionales al volumen de citación obtenida. Si poseen anillos de color fucsia, indican que esos nodos tienen valores significativos de intermediación, como son los casos de *Scientometrics* (1,12); *Nature* (1,02); *Jasist* (0,77); *Journal of documentation* (0,65); *Journal of the American Medical Association* (0,53); *Cell* (0,51). Los tonos amarillos en el interior de la mayoría de los círculos denotan que la citación recibida acumulada ha sido obtenida en fechas muy recientes.

Los fundamentos intelectuales de la especialidad proceden de trabajos publicados en revistas de prestigio del área de información y documentación y multidisciplinarios. En la representación, las primeras se ubican en la zona más densa inferior del grafo. Destacan revistas que publican estudios cuantitativos sobre ciencia como son el *Journal of the Association for Information Science and Technology*, *Scientometrics* y *Journal of informetrics*, junto con otras como *Learned publishing*, especializada en la comunicación y edición académica. Aparecen revistas especializadas en comunicación con tecnologías de ordenador (*Journal of computer-mediated communication*) junto otros tres títulos relacionados con aspectos de teoría y métodos en información y documentación (*Information processing and management*, *Journal of documentation* y *Journal of information science*). Dos revistas que analizan nuevos desarrollos en informática y tecnologías de la información como son *Lecture notes in computer science* y *Communications of the ACM* se integran en el grafo, que pudieran contener asociados trabajos de naturaleza técnica.

La naturaleza multifacética de *altmetrics* se revela con la aparición en el grafo de cocitación de revistas multidisciplinarias como *Science*, *Nature*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, y *PLoS one*.

Más aún con las numerosas revistas médicas incluidas en el grafo. A partir de la revista *Choice*, publicación editada por la *Association of College and Research Libraries*, aparecen vinculadas en la zona superior del grafo un conjunto de revistas médicas, como *Journal of American Medical Association (JAMA)*, *The lancet*, *British medical journal (BMJ)*, *New England journal of medicine*, *Journal of medical internet research*, *PLoS biology*.

La presencia de estas revistas probablemente se deba al uso intenso que en la comunidad biomédica tienen, entre otras, las tecnologías de web social y su repercusión en las prácticas profesionales y son elegidas por los investigadores para publicar trabajos con elevada repercusión sobre altmétricas.

4.3. Análisis de cocitación de autores

Una red de concitación de autores detecta aquellos que pueden ser considerados como expertos o autores clave en la estructura de la base de conocimientos de la especialidad. El criterio de índice $g\ k=5$, ha limitado el volumen de registros de este análisis a 3.974 y a 56.936 referencias. La red creada la integran 284 nodos y 1.453 enlaces. El 86% de los nodos están entrelazados entre sí y forman un gran componente. Los valores individuales calculados de los diferentes indicadores de los autores top de la red son los que contiene la tabla 4.

Tabla 4. Autores top*. Redes de cocitación de autores. Todos los años.

Citation	Valor	Burst	Valor	Intermediación	Valor	Sigma	Valor
Thelwall, M.	504	Shneiderman, B.	30,60	Garfield, E.	0,77	Jacsó, P.	92,90
Bornmann, L.	376	Waldrop, M. M.	15,20	Jacsó, P.	0,71	Shneiderman, B.	37,40
Haustein, S.	334	Gloor, P. A.	14,00	Cronin, B.	0,70	Butler, D.	20,90
Eysenbach, G.	314	Wasserman, S.	12,30	Meho, L. I.	0,69	Vaughan, L.	6,14
Priem, J.	263	Neylon, C.	11,80	Kousha, K.	0,55	Gloor, P. A.	4,88
Garfield, E.	234	Priem, J.	10,20	Butler, D.	0,48	Wasserman, S.	3,36
Hirsch, J. E.	203	Aguillo, I. F.	9,48	Eysenbach, G.	0,48	Brody, T.	3,35
Costas, R.	200	Kozinets, R. V.	8,97	Vaughan, L.	0,43	Kozinets, R. V.	2,72
Van-Noorden, R.	183	Bollen, J.	8,71	Bradley, J.	0,42	Neylon, C.	2,58
Piwowar, H.	174	Kietzmann, J. H.	8,66	Li, X.	0,39	Priem, J.	2,51
Bollen, J.	164	Zitt, M.	8,66	Brody, T.	0,37	Kaplan, A. M.	2,23
Moed, H. F.	155	Harnad, S.	8,59	Gruzd, A.	0,35	Piwowar, H. A.	2,11
Mohammadi, E.	153	Jacsó, P.	8,45	Mas-Bleda, A.	0,33	Waldrop, M. M.	2,05
				Giles, J.	0,24	Shuai, X.	1,65
				Hoffmann, R.	0,24	Torres-Salinas, D.	1,40
				Haustein, S.	0,22		
				Newman, M. E. J.	0,22		
				Lin, J.	0,21		

*Sólo los primeros autores

Para realizar una aproximación a las líneas de investigación, la red *Pathfinder* de cocitación de autores se ha descompuesto en 37 clusters. La descomposición ha dado un valor global elevado de modularidad ($Q=0,885$). La modularidad mide el grado en que la red puede descomponerse en componentes menores (módulos). Un valor elevado indica que la red ha sido dividida razonablemente bien, sin que se puedan generar nuevos clusters. De 284 autores iniciales que componen la red, 246 (86%) han quedado encuadrados en algún cluster de cocitación. Además la calidad interna de configuración de los clusters es buena, con un valor medio de silueta de 0,554.

La representación mediante líneas temporales de los clusters cocitados los ordena de mayor a menor tamaño (figura 4). La etiqueta de la derecha resume el contexto del contenido general en el que cada cluster ha sido citado. Por ejemplo, el cluster #4 *centrality measures* indica que el cluster de trabajos cocitados ha sido citado por artículos de autores relevantes interesados en medidas de centralidad. Debajo de cada línea aparecen los autores que integran el cluster de cocitación. Los nodos con mayor valor de intermediación se destacan en cada línea con circunferencias de color fucsia. La posición a lo largo de la línea data los documentos, teniendo como referencia el eje superior horizontal donde apare-

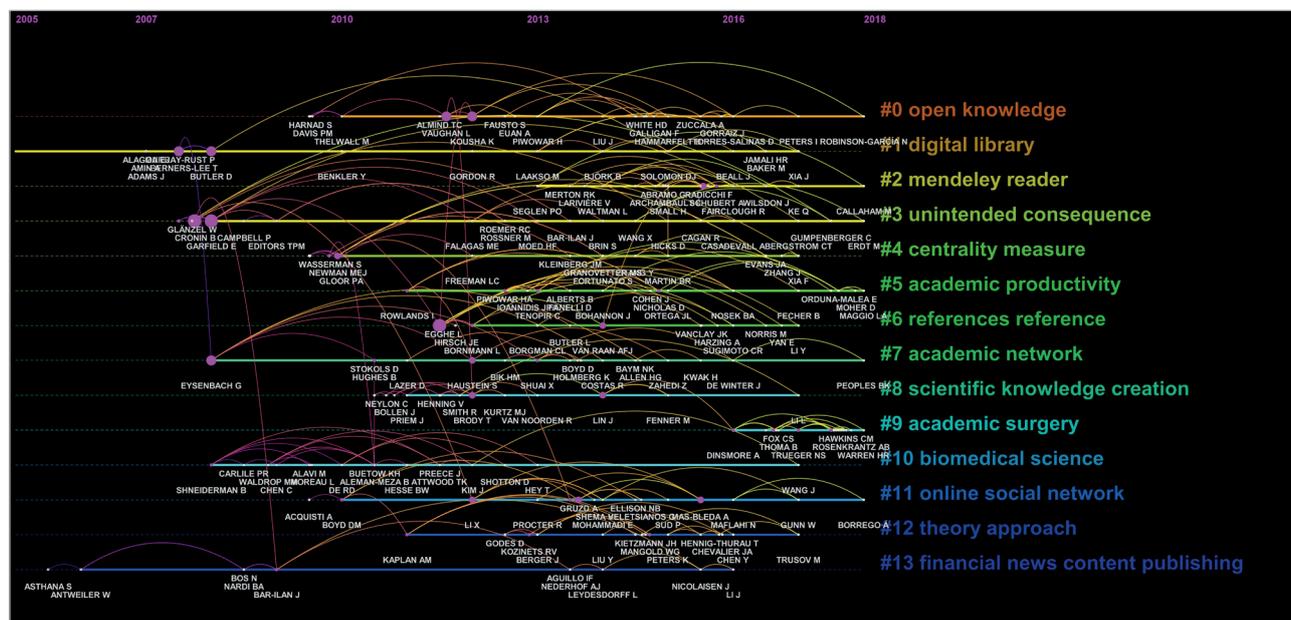


Figura 4. Visualización de líneas temporales de clusters cocitados de autores en investigación sobre métricas alternativas (2005-2018).

Fuente: *Dimensions*

cen los años de la leyenda. La duración en el tiempo de cada cluster, lo representa la longitud de cada línea horizontal. Así el #9, se inicia en 2016 y permanece activo en 2018, a diferencia del #8, #10, #12 y #13 que ya no están activos. Sólo el 50% de los clusters representados están activos en 2018: #0, #2, #5, #7, #9 y #11.

Hay cinco clusters (#1, #13, #10, #3 y #8) cuyas fechas promedio de los trabajos que engloban indican mayor antigüedad (2010-2012). Seis (#0, #4, #7, #6, #11, y #12), están configurados entre 2013 y 2014 y sólo tres (#2, #5 y #9), en fechas más recientes: 2015 y 2017.

La figura 5 representa la red *Pathfinder* de autores cocitados. Cada cluster se identifica por una etiqueta de las extraídas de los artículos citantes de esas agrupaciones. Los clusters tienen asociados los colores que identifican el año medio de constitución. Los sombreados en amarillo son los más recientes, mientras que los ocres y los rosados son más antiguos.

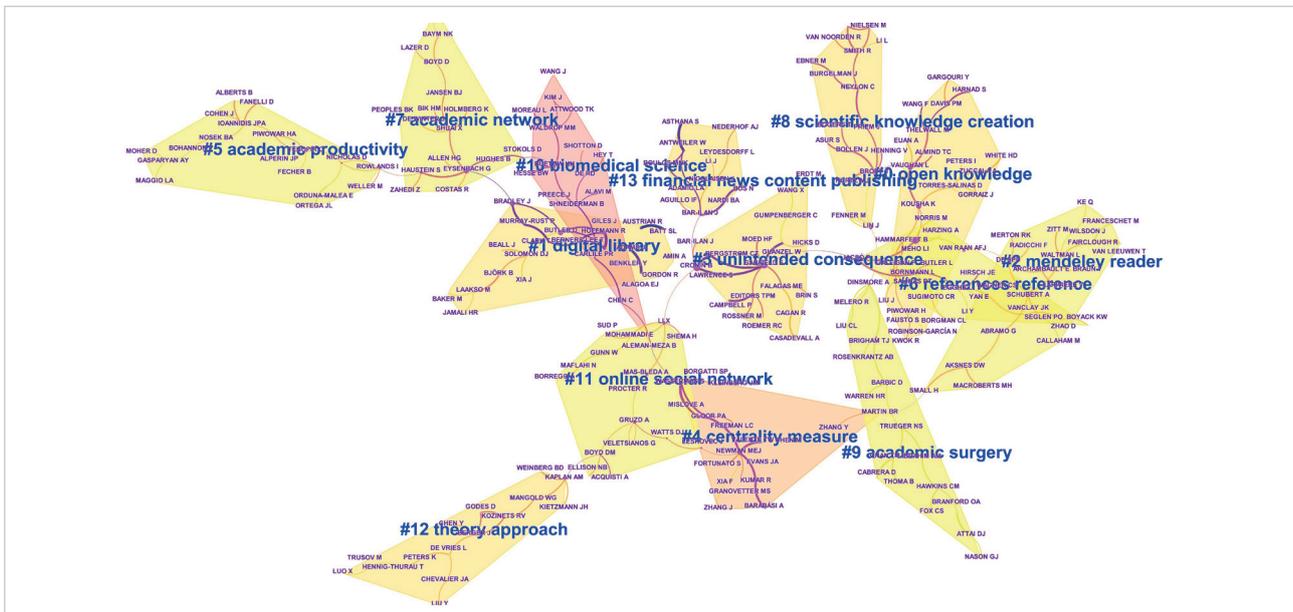


Figura 5. Una red *Pathfinder* de 284 autores que representan los patrones de citación de los 80 documentos con un valor de índice g, k=5 por año entre 2005 y 2018.

Fuente: *Dimensions*.

En la tabla 5, aparecen los tres sintagmas nominales seleccionados por *log-likelihood ratio* procedentes de los títulos de los trabajos de los artículos citantes que describen la naturaleza de su contexto. Además del tamaño medido por el número de trabajos, aparece el año promedio de las fechas de publicación de los trabajos integrados en cada cluster cocitado. De este modo, se obtiene una referencia aproximada de la mayor o menor antigüedad de cada uno de ellos. El valor de la silueta mide la homogeneidad de un cluster. Con valores cercanos a uno en todos los casos, hace que los clusters sean interpretables y tenga coherencia la partición que da origen a cada agrupamiento. Esto sugiere que el conjunto asociado de estos clusters se corresponde de forma aproximada con la especialidad.

Tabla 5. Resumen de los mayores clusters de trabajos cocitados sobre métricas alternativas a partir de la red *Pathfinder* de citación de autores (2005-2018)

Nº ID	Tamaño	Silueta	Año	Términos top <i>log-likelihood ratio</i>
0	22	0,983	2013	open knowledge; altmetrics collection; web indicator
1	22	0,964	2010	digital library; next generation web; bibliographic tool
2	20	0,985	2015	<i>Mendeley</i> reader; adverse effect; assessing research
3	19	0,970	2012	unintended consequence; journal rank; <i>ResearchGate</i> score
4	18	0,927	2013	centrality measure; social network; blog-supported scientific communication
5	18	0,938	2015	academic productivity; using publication metrics; open data citation advantage
6	17	0,957	2014	references reference; bibliometric indicator; <i>Google Scholar</i> author citation
7	17	1,000	2013	academic network; share data; using science
8	17	1,000	2012	scientific knowledge creation; exploring researchers opinion; scholarly communication
9	17	0,975	2017	academic surgery; academic tweet; leveraging <i>Twitter</i>
10	16	0,923	2011	biomedical science; engaging community intelligence; accelerating scientists knowledge
11	16	0,892	2014	online social network; <i>Mendeley</i> readership count; applying social network analysis
12	15	1,000	2014	theory approach; social media maturity model; social media metrics
13	12	0,986	2010	financial news content publishing; internet message board; market behaviour

El cluster de mayor tamaño y más antiguo es el #1 *digital library*. El año promedio de publicación es 2010. Tiene 22 referencias y un valor de silueta de 0,964 que indica una homogeneidad alta del cluster. El vínculo entre los trabajos citantes y los citados puede medirse por el porcentaje de cobertura con la que los primeros citan a los segundos. En el cluster 1, hay cuatro trabajos citantes que citan por encima del 14% el conjunto de referencias que componen el cluster (tabla 6). El trabajo con mayor cobertura (7%), revisa los modos de recuperar información de carácter científico a partir de bibliotecas y bases de datos bibliográficas especializadas. Además, describe servicios como *Zotero*, *Mendeley* o *CiteUlike* y otros, concebidos como propios de la ciencia 2.0 (Hull; Pettifer; Hell, 2008). Los temas generales del cluster centrados en nuevas herramientas de la web 2.0 disponibles, se complementan por los términos de los títulos extraídos mediante *latent semantic indexing*, como son *open access*, *references*, *sharing scholarship*, *open access uptake*.

El conjunto asociado de estos clusters se corresponde de forma ligeramente aproximada con la especialidad

Tabla 6. Principales artículos citantes del cluster #1

Cobertura	Artículos citantes* cluster #1
0,27	Hull, Duncan (2008). "Defrosting the digital library: bibliographic tools for the next generation web"
0,14	Bailey, David (2008). "Drug discovery in the era of Facebook-new tools for scientific networking"
0,14	Hoffmann, Robert (2008). "A wiki for the life sciences where authorship matters"
0,14	Hua, Fang (2017). "Open access: concepts, findings, and recommendations for stakeholders in dentistry"

*Sólo primer autor del trabajo

De forma similar, se pueden examinar los artículos citantes del segundo cluster por tamaño, #0 *open knowledge*. Contiene 22 referencias y un valor muy elevado de silueta de 0,983, que designa la coherencia de ítems que lo integran. El año promedio de publicación es 2013. En la tabla 7 figuran los artículos citantes con mayor porcentaje de cobertura del cluster.

Tabla 7. Principales artículos citantes del cluster #0

Cobertura	Artículos citantes* cluster #0
0,18	García-Peñalvo, Francisco (2010). "Open knowledge: challenges and facts"
0,14	Barnes, Cameron (2015). "The use of altmetrics as a tool for measuring research impact"
0,14	Kousha, Kayvan (2016). "Can Amazon.com reviews help to assess the wider impacts of books?"
0,14	Priem, Jason (2012). "The altmetrics collection"
0,14	Theilwall, Mike (2012). "A history of webometrics"
0,14	Todeschini, Roberto (2016). "Handbook of bibliometric indicators"
0,14	Zhou, Qingqing (2016). "Measuring book impact based on the multi-granularity online review mining"

*Sólo primer autor del trabajo

En el cluster #0 los temas generales que aparecen tras aplicar la técnica *latent semantic indexing* a los títulos de los trabajos, identifican el cluster con *altmetrics*, *open data citations advantage*, *humanities*, *measuring research impact*, *changing landscape*.

Los clusters #2, #5 y #9 son los creados con trabajos más recientes. El cluster #2 tiene una fecha promedio de 2015 y lo integran 20 artículos. El valor de silueta es de 0,985, el segundo más elevado (tabla 5). El artículo citante con un mayor peso en la configuración del cluster de cocitación es el de **Fairclough** (2015), en el que se aboga por la utilización de datos de *Mendeley* para comparar datos de impacto a nivel nacional. Es un cluster de reciente creación, según se aprecia en la representación general de clusters (figura 4).

Tabla 8. Principales artículos citantes del cluster #2

Cobertura	Artículos citantes* cluster #2
0,30	Fairclough, Ruth (2015). "National research impact indicators from Mendeley readers"
0,25	Theilwall, Mike (2016). "The discretised lognormal and hooked power law distributions for complete citation data: best options for modelling and regression"
0,20	Bornmann, Lutz (2016). "Normalization of Mendeley reader impact on the reader- and paper-side: a comparison of the mean discipline normalized reader score (mdnrs) with the mean normalized reader score (mnrs) and bare reader counts"
0,20	Theilwall, Mike (2015). "Geometric journal impact factors correcting for individual highly cited articles"

*Sólo primer autor del trabajo

Los temas generales del cluster relacionan las métricas alternativas con el impacto en la investigación y su validez. Después de aplicar la técnica *latent semantic indexing* a los títulos de los trabajos, aparecen como términos populares *citations, altmetrics data, validity, e impact research*.

El cluster #5 *academic productivity* tiene una fecha promedio de 2015, contiene 18 trabajos. El valor de silueta 0,938 es muy alto. Tres trabajos citantes, que se muestran en la tabla 9, superan el 15% de las referencias que contiene el cluster. Del análisis mediante *latent semantic indexing* de los títulos de los trabajos se desprende que los temas generales de los que trata este cluster son *altmetrics, correlating altmetrics, research, education, university*.

Tabla 9. Principales artículos citantes del cluster #5

Cobertura	Artículos citantes* cluster #5
0,17	Gasparyan, Armen-Yuri (2018). "Researcher and author impact metrics: variety, value, and context"
0,17	Piwowar, Heather A. (2013). "Data reuse and the open data citation advantage"
0,17	Carpenter, Christopher R. (2014). "Using publication metrics to highlight academic productivity and research impact"
0,11	Koltay, Tibor (2015). "The shift of information literacy towards research 2.0"

*Sólo primer autor del trabajo

El cluster #9 *academic surgery* (tabla 10) es el más reciente por fecha de constitución (2017). Tienen un valor elevado de silueta (0,975) y lo integran 17 trabajos, todos ellos publicados en revistas médicas. En la tabla aparecen los trabajos con mayor cobertura, por encima del 23%.

Tabla 10. Principales artículos citantes del cluster #9

Cobertura	Artículos citantes* cluster #9
0,35	Logghe, Heather J. (2018). "The academic tweet: <i>Twitter</i> as a tool to advance academic surgery"
0,29	Kalia, Vivek (2018). "Leveraging <i>Twitter</i> to maximize the radiology meeting experience"
0,24	Bundy, Jacob J. (2018). "#radiology: A 7-year analysis of radiology-associated hashtags"
0,24	Colbert, Gates B. (2018). "The social media revolution in nephrology education"
0,24	Hage, Anthony N. (2018). "#interventionalradiology"
0,24	Rosenkrantz, Andrew B. (2017). "Alternative metrics ('altmetrics') for assessing article impact in popular general radiology journals"

*Sólo primer autor del trabajo

El término *Twitter* aparece en dos de los seis artículos. Tras analizar mediante *latent semantic indexing* los títulos de los trabajos, aparecen como temas generales del cluster: *social media, scientists, digital methods, cyber-enabled research, Twitter, randomized trial*.

5. Discusión

Las especialidades científicas son microentornos intelectuales contruidos por investigadores que trabajan en una disciplina y comparten intereses comunes en líneas de investigación determinados. Se atestigua porque quienes la integran, por ejemplo, comparten temas, teorías, enfoques, técnicas de análisis de datos y asisten a los mismos congresos y reuniones científicas (**Whitley**, 2000; **Morris**; **Van-der-Veer-Martens**, 2008).

Desde los años sesenta del siglo pasado existe un acuerdo generalizado acerca de que la bibliografía científica que se publica en revistas con revisión de pares establece una fuente de datos que permite el estudio de las especialidades científicas. Un elemento clave que justifica dicho enfoque se deriva de la existencia de citas entre publicaciones que relacionan unos trabajos con los que le han precedido en el tiempo y con aquellos otros que se enlazarán con ellos porque, a su vez, serán citados en el futuro. El elemento clave para generar conceptos sobre las especialidades depende de los enlaces derivados de las relaciones de comunicación formales que vinculan y enlazan a los científicos. Mediante el análisis y visualización de esas relaciones se pueden trazar mapas de las especialidades a diferentes niveles, en las que se subdividen las disciplinas científicas y las áreas de investigación. El paso del tiempo ayuda a poderlas modelar, detectar su aparición, ver su desarrollo y estructura, la intensidad en la atención que suscitan en la comunidad científica respectiva y su posible ocaso motivado por el declive en el interés que generaron previamente (**Yan**; **Ding**, 2012).

Las métricas alternativas han generado interés de forma reciente en la comunidad investigadora. La producción de la bibliografía especializada lo atestigua (figura 1). Quizás sea esta novedad por lo que en los mapas más recientes de la disciplina *Library and information science* no aparezca con una identidad propia (**Chang**; **Huang**; **Lin**, 2015; **Yang et al.**, 2016; **Hou**; **Yang**; **Chen**, 2018; **Liu**; **Yang**, 2019) ni que tampoco se haya generalizado el uso del término *altmetrics* como

una palabra clave destacada (**Onyancha**, 2018). Por eso el estudio sobre sus relaciones intelectuales y su desarrollo posterior tiene un doble interés, ya que constituye una microestructura naciente y en formación.

Los mapas de cocitación de revistas que se han generado son representaciones de la estructura de la especialidad en ese nivel de desagregación. La elección está justificada ya que el desarrollo intelectual de las ciencias y su organización, así como el crecimiento de nuevas especialidades y disciplinas, está organizado, validado y archivado en las revistas académicas (**Leydesdorff**, 2008a). Las estructuras resultantes sirven para generar orden y mejorar la eficiencia de búsquedas de nueva información. Por ejemplo, atendiendo a los valores de centralidad de intermediación, se identifican los títulos de revistas multidisciplinares en la especialidad naciente (**Leydesdorff; Wagner; Bornmann**, 2018), mientras que con los valores de *burst*, se genera una jerarquía adicional de revistas que se basa en la abrupta elevación de la atención recibida por unos títulos concretos en un corto espacio de tiempo. Obviamente no todos los títulos de revistas pueden puntuar con este indicador.

El elemento clave para generar conceptos sobre las especialidades depende de los enlaces derivados de las relaciones de comunicación formales

En cualquier especialidad de investigación existen grupos de autores y colegas cuya orientación busca realizar contribuciones relevantes con las que adquirir reputación y recompensas. Inevitablemente se generan así dinámicas de cooperación que implican dependencias mutuas. Whitley teorizó sobre la existencia de lo que denominó “grado de dependencia funcional” entre científicos, para referirse al uso que se hace de resultados, ideas, y procedimientos de compañeros en la especialidad, con vistas a construir contribuciones propias útiles y competentes (**Whitley**, 2000). Las tablas resultado del análisis de cocitación de autores que se han creado (tablas 4-10), hacen visible los que son significativos y obtienen la estima y reconocimiento intelectual de quienes trabajan en la especialidad, influyendo al mismo tiempo en la dirección y orientación de la investigación. Estimamos que con esos resultados, la validez de constructo queda acreditada.

El objetivo principal de este análisis reside en definir el núcleo de la estructura intelectual de la especialidad de investigación. Con los procedimientos bibliométricos empleados, el número de registros que cumplen con el criterio $g=5$, representa el 48% del volumen de registros descargados que constituyen el conjunto de datos de origen. La red de cocitación de autores construida, integra el 3,4% de los registros originales y el 7,1% del total de registros del subconjunto de documentos $g=5$. Tras el análisis de clustering (tabla 5), el número de documentos que conforman la especialidad suponen el 2,5% de los documentos descargados inicialmente y el 5,1% de los que cumplen el criterio $g=5$. Así que los resultados obtenidos por procedimientos automáticos han sido altamente selectivos y relevantes. La obtención de un conjunto de datos completo y limpio, derivado de procesos manuales de selección previa al análisis, consideramos que, además de ser inevitablemente subjetivos y sesgados no suponen ganancias en la obtención de resultados que compensen el coste abrumadoramente alto que conllevan (**Zhao**, 2009).

Inicialmente puede sorprender que autores como J. E. Hirsch, H. F. Moed o E. Garfield aparezcan en los resultados. Por ejemplo, Hirsch a pesar de no contar con producción propia en la especialidad, aparece identificado como un autor destacado en altmétricas. Probablemente por el gran impacto de su indicador y su aplicación en análisis de fuentes altmétricas. Las especialidades son dinámicas, pero deudoras de otras especialidades que tienen grados de madurez más altos, porque han consolidado una agenda amplia de orientaciones, se constituyeron con anterioridad y cuentan con más recursos acumulados. Quienes trabajan en las métricas alternativas tienen trayectorias intelectuales previas a su dedicación centrada en altmétricas. Los autores mencionados ponen de relieve en este análisis e ilustran que la altmetría es un campo intelectual que colinda con la bibliometría de evaluación, en particular con trabajos orientados a *measuring research impact* e *impact research*, y autores de esas líneas se incluyen también como referencia en trabajos sobre métricas alternativas.

Una disciplina naciente puede que, en sus primeros años de existencia, desarrolle líneas diversas de interrogación que a menudo pueden dejar de cultivarse o se cambian por otras, por ser imprecisas o inadecuadas. Al mismo tiempo es posible que se nutra de importaciones de métodos, de teorías o intereses comunes como se ha señalado anteriormente, que en un momento de mayor maduración pudieran ser originadas en el propio seno de la especialidad. Este análisis detecta catorce clusters a partir del análisis de cocitación de autores en el período. De esas líneas, el 50% ya no se encuentran activas en 2018 y hay pocos cruces de citas entre clusters (figura 4).

Una especialidad de investigación posee una diferenciación interna en forma de segmentos o líneas de investigación. En términos cognitivos expresarían las divisiones del conocimiento en un ámbito microscópico (**Becher**, 1989). Son un elemento muy inestable en cuanto a su duración y permanencia (tabla 5). No son sencillas de establecer con la nitidez de nuestra investigación, como queda atestiguada por los valores elevados de silueta que se han obtenido en la diferenciación por clusters resultado del análisis de cocitación de autores realizado. La visión que se obtiene es la de una especialidad con una estructura fragmentada, quizá como consecuencia de la exigencia actual a los científicos por realizar aportaciones muy concretas en las publicaciones. Se podría inferir, por tanto, que la disciplina es relativamente joven y en desarrollo, aún no consolidada.

El descenso en la granularidad del análisis hasta el nivel del artículo (tablas 5-10) hace más detallada y concreta la estructura de la especialidad. Los artículos son el elemento que mejor representa la estructura intelectual actual de una

especialidad científica (Waltman; Van-Eck, 2012). En nuestro caso hacen ostensible la mayor libertad y flexibilidad con que los científicos establecen una base cognitiva para su investigación, como es lo propio en las disciplinas de ciencias sociales (Fanelli; Glänzel, 2013).

6. Limitaciones del estudio

Esta investigación tiene sus limitaciones. Los mapas de ciencia locales que se han generado se realizan a partir de la extracción de un conjunto de registros recuperados con una determinada sentencia de búsqueda. No es el único procedimiento de selección. Es uno posible entre varios. Por ejemplo, se podía haber seleccionado un conjunto de autores clave en la especialidad y emplear un procedimiento de bola de nieve para recuperar trabajos relacionados con la obra de ese conjunto de autores. Así que la delimitación de las fronteras que comprenden las altmétricas no queda resuelta de forma definitiva con el método seguido.

El mercado actual de bases internacionales bibliográficas que indizan bibliografía científica es amplio. Las bases tradicionales como *Web of Science*, *Scopus* y *Google Scholar*, se han incrementado con *Microsoft Academic*, *Dimensions*, *Crossref* y otras. La seleccionada en el estudio es una de las más recientes en aparecer y por eso sus contenidos pueden ser inestables y sufrir cambios derivados de ajustes y modificaciones internas. Por ejemplo, los modelos de aprendizaje automático exigen proporcionar datos para desencadenar procesos de aprendizaje a los algoritmos. Sin embargo, la base elegida indiza el texto completo de documentos y de libros y emplea técnicas de aprendizaje automático (*machine learning*) con enfoques de inteligencia artificial para enlazar e integrar recursos de fuentes diversas (Bode et al., 2018). Estas características novedosas han motivado nuestra elección. Hemos confiado tanto en el rendimiento y precisión de los métodos automáticos de extracción que se emplean en *Dimensions*, como en los criterios internos de los análisis implementados con *CiteSpace* para la obtención y presentación de los resultados del análisis.

Por último, la mayoría de las publicaciones son cocitadas nunca o en pocas ocasiones, por lo que los clusters de autores generados en el estudio representan un subconjunto muy activo de los que trabajan en la especialidad. Son representaciones aproximadas del núcleo de la estructura intelectual de esta especialidad de investigación, pero no totalmente completas.

7. Conclusiones

En este estudio se ha analizado la evolución más reciente de la altimetría, basándose en la construcción y el análisis de redes bibliográficas de cocitación de revistas y de autores con el fin de conocer su desarrollo. Los resultados de investigación sobre el tema crecen de modo intenso a partir de 2012. Los términos más sobresalientes con los que automáticamente identifican los clusters indican una actividad en el campo que incluye *open knowledge*, *altmetric collection*, *web indicator*, *assessing research*, *researchgate score open data citation advantage*, *google scholar autor citation*, *share data*, *academic tweet*, *mendeley readership count* y *social media metrics*. El dominio temático ha quedado también descrito por los términos extraídos mediante *latent semantic indexing*, que confirma nuestra impresión previa de la naturaleza de la especialidad como polifacética y multidimensional. Las revistas *PloS one*, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, *Nature*, *Scientometrics*, *Science* y *Journal of informetrics*, han publicado numerosos trabajos sobre altmétricas que han recibido un número elevado de citas. Los campos de investigación según la denominación que emplea *Dimensions* en la fecha de recogida de los datos indican que trabajos clasificados en *Information systems*, *Public health & health services*, y *Sociology*, están muy relacionados con las altmétricas.

Las altmétricas son un desafío en los procesos de comunicación científica. Identificar las revistas, autores y temas ayuda a mantenerse al tanto del desarrollo de la especialidad a investigadores que no sean especialistas. El método descrito en este análisis puede ser aplicado para generar otros adicionales, en éste u otros dominios y especialidades de investigación.

8. Referencias

- Bailey, David S.; Zanders, Edward D. (2008). "Drug discovery in the era of Facebook-new tools for scientific networking". *Drug discovery today*, v. 13, n. 19-20, pp. 863-868.
<https://doi.org/10.1016/j.drudis.2008.07.003>
- Bar-Ilan, Judit (2018). "The journal of altmetrics is launched - Editorial". *Journal of altmetrics*, v. 1, n. 1, pp. 1-5.
<https://doi.org/10.29024/joa.5>
- Barnes, Cameron (2015). "The use of altmetrics as a tool for measuring research impact". *Australian academic & research libraries*, v. 46, n. 2, pp. 121-134.
<https://doi.org/10.1080/00048623.2014.1003174>
- Becher, Tony (1989). *Academic tribes and territories: intelectual enquiry and the cultures of disciplines*. Milton Keynes: SRHE and Open University Press. ISBN: 0335092209
- Bode, Christian; Herzog, Christian; Hook, Daniel; McGrath, Robert (2018). *A guide to the Dimensions data approach*. Cambridge: Digital Science.
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5783094>

- Bornmann, Lutz; Haunschild, Robin** (2016). "Normalization of Mendeley reader impact on the reader- and paper-side: A comparison of the mean discipline normalized reader score (MDNRS) with the mean normalized reader score (MNRS) and bare reader counts". *Journal of informetrics*, v. 10, n. 3, pp. 776-788.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.04.015>
- Boyack, Kevin W.; Klavans, Richard** (2010). "Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: Which citation approach represents the research front most accurately?". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 61, n. 12, pp. 2389-2404.
<https://doi.org/10.1002/asi.21419>
- Bundy, Jacob J.; Hage, Anthony N.; Chick, Jeffrey-Forris B.; Srinivasa, Rajiv N.; Patel, Nischant; Johnson, Evan; Gemmete, Joseph J.; Srinivasa, Ravi N.** (2018). "#Radiology: A 7-year analysis of radiology-associated hashtags". *Current problems in diagnostic radiology*, v. 47, n. 5, pp. 296-301.
<https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2018.04.005>
- Carpenter, Christopher R.; Cone, David C.; Sarli, Cathy C.** (2014). "Using publications metrics to highlight academic productivity and research impact". *Academic emergency medicine*, v. 21, n. 10, pp. 1160-1172.
<https://doi.org/10.1111/acem.12482>
- Colbert, Gates B.; Topf, Joel; Jhaveri, Kenar D.; Oates, Tom; Rheault, Michelle N.; Shah, Silvi; Swapnil, Hiremath; Sparks, Matthew A.** (2018). "The social media revolution in nephrology education". *Kidney international reports*, v. 3, n. 3, pp. 519-529.
<https://doi.org/10.1016/j.ekir.2018.02.003>
- Chang, Yu-Wei; Huang, Mu-Hsuan; Lin, Chiao-Wen** (2015). "Evolution of research subjects in library and information science based on keyword, bibliographic coupling, and co-citation analyses". *Scientometrics*, v. 105, n. 3, pp. 2071-2087.
<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1762-8>
- Chen, Chaomei** (2006). "CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 57, n. 3, pp. 359-377.
<https://doi.org/10.1002/asi.20317>
- Chen, Chaomei; Ibekwe-SanJuan, Fidelia; Hou, Jianhua** (2010). "The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 61, n. 7, pp. 1386-1409.
<https://doi.org/10.1002/asi.21309>
- Das, Anup-Kumar; Mishra, Sanjaya** (2014). "Genesis of altmetrics or article-level metrics for measure efficacy of scholarly communications: Current perspectives". *Journal of scientometrics research*, v. 3, n. 2, pp. 82-92.
<https://doi.org/10.4103/2320-0057.145622>
- Deerwester, Scott; Dumais, Susan T.; Furnas, George W.; Landauer, Thomas K.; Harshman, Richard** (1990). Indexing by latent semantic analysis". *Journal of the American Society for Information Science*, v. 41, n. 6, pp. 391-407.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199009\)41:6<391::AID-ASI1>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199009)41:6<391::AID-ASI1>3.0.CO;2-9)
- Egghe, Leo** (2006). "Theory and practise of the g-index". *Scientometrics*, n. 69, n. 1, pp. 131-152.
<https://doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7>
- Erdt, Mojisola; Nagarajan, Aarthy; Joanna-Sin, Sei-Ching; Theng, Yin-Leng** (2016). "Altmetrics: An analysis of the state-of-the-art in measuring research impact on social media". *Scientometrics*, v. 109, n. 2, pp. 1117-1166.
<https://doi.org/10.1007/s11192-016-2077-0>
- Fairclough, Ruth; Thelwall, Mike** (2015). "National research impact indicators from Mendeley readers". *Journal of informetrics*, v. 9, n. 4, pp. 845-859.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.08.003>
- Fanelli, Daniele; Glänzel, Wolfgang** (2013). "Bibliometric evidence for a hierarchy of the sciences". *PLoS one*, v. 8, n. 6, e66938.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066938>
- Freeman, Linton C.** (1977). "A set of measures on centrality based on betweenness". *Sociometry*, v. 40, n. 1, pp. 35-41.
<https://doi.org/10.2307/3033543>
- García-Peñalvo, Francisco J.; García-De-Figuerola, Carlos; Merlo, José A.** (2010). "Open knowledge: Challenges and facts". *Online information review*, v. 34, n. 4, pp. 520-539.
<https://doi.org/10.1108/14684521011072963>

- Gasparyan, Armen-Yuri; Yessirkepov, Marlen; Duisenova, Akmaral; Trukhachev, Vladimir I.; Kostyukova, Elena I; Kitas, George D.** (2018). "Researcher and author impact metrics: variety, value, and context". *Journal of Korean medical science*, v. 33, n. 18, e139.
<https://doi.org/10.3346/jkms.2018.33.e139>
- González-Valiente, Carlos-Luis; Pacheco-Mendoza, Josmel; Arencibia-Jorge, Ricardo** (2016). "A review of altmetrics as an emerging discipline for research evaluation". *Learned publishing*, v. 29, n. 4, pp. 229-238.
<https://doi.org/10.1002/leap.1043>
- Hage, Anthony N.; Chick, Jeffrey-Forris B.; Jeffers, Brian; Srinivasa, Rajiv N.; Gemmete, Joseph J.; Srinivasa, Ravi N.** (2018). "#interventionalradiology". *Journal of vascular and interventional radiology*, v. 29, n. 5, pp. 699-675.
<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2017.12.023>
- Hoffmann, Robert** (2008). "A wiki for the life sciences where authorship matters". *Nature genetics*, v. 40, pp. 1047-1051.
<https://doi.org/10.1038/ng.f.217>
- Hou, Jianhua; Yang, Xiucai; Chen, Chaomei** (2018). "Emerging trends and new developments in information science: A document co-citation analysis (2009-2016)". *Scientometrics*, v. 115, n. 2, pp. 869-892.
<https://doi.org/10.1007/s11192-018-2695-9>
- Hua, Fang; Shen, Cenyu; Walsh, Tania; Glenny, Anne-Marie; Worthington, Helen** (2017). "Open access: Concepts, findings, and recommendations for stakeholders in dentistry". *Journal of dentistry*, v. 64, pp. 13-22.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.06.012>
- Hull, Duncan; Pettifer, Steve R.; Kell, Douglas B.** (2008). "Defrosting the digital library: Bibliographic tools for the next generation web". *PLoS computational biology*, v. 4, n. 10, e1000204.
<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000204>
- Kalia, Vivek; Ortiz, Daniel A.; Patel, Amy K.; Moriarity, Andrew K.; Canon, Cheri L.; Duszak J. R., Richard** (2018). "Leveraging Twitter to maximize the radiology meeting experience". *Journal of the American College of Radiology*, v. 15, n. 1, part B, pp.177-183.
<https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.10.022>
- Kamada, Tomihisa; Kawai, Satoru** (1989). "An algorithm for drawing general undirected graphs". *Information processing letters*, v. 31, n. 1, pp. 7-15.
[https://doi.org/10.1016/0020-0190\(89\)90102-6](https://doi.org/10.1016/0020-0190(89)90102-6)
- Kaplan, Andreas M.; Haenlein, Michael** (2010). "Users of the world, unite! The challenges and opportunities of social media". *Business horizons*, v. 53, n. 1, pp. 59-68.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.09.003>
- Kleinberg, Jon** (2002). "Bursty and hierarchical structure in streams". En: *Proceedings of the 8th ACM Sigkdd intl conf on knowledge discovery and data mining*, pp. 91-101. New York: ACM Press.cy
<https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/bhs.pdf>
- Koltay, Tibor; Špiranec, Sonja; Karvalics, László Z.** (2015). "The shift of information literacy towards research 2.0". *The journal of academic librarianship*, v. 41, n. 1, pp. 87-93.
<https://doi.org/10.1016/j.acalib.2014.11.001>
- Kousha, Kayvan; Thelwall, Mike** (2015). "Web indicators for research evaluation. Part 3: Books and non-standard outputs". *El profesional de la información*, v. 24, n. 6, pp. 724-736.
<https://doi.org/10.3145/epi.2015.nov.04>
- Kousha, Kayvan; Thelwall, Mike** (2016). "Can Amazon.com reviews help to assess the wider impacts of books?". *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 67, n. 3, pp. 566-581.
<https://doi.org/10.1002/asi.23404>
- Leydesdorff, Loet** (2008a). "Journals as retention mechanism of scientific growth". *Research trends*, v. 31, n. 6.
- Leydesdorff, Loet** (2008b). "On the normalization and visualization of autor co-citation data: Salton's cosine versus the Jaccard Index". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 59, n. 1, pp. 77-85.
<https://doi.org/10.1002/asi.20732>
- Leydesdorff, Loet; Wagner, Caroline S.; Bornmann, Lutz** (2018). "Betweenness and diversity in journal citation networks as measures of interdisciplinarity- a tribute to Eugene Garfield". *Scientometrics*, v. 114, n. 2, pp. 567-592.
<https://doi.org/10.1007/s11192-017-2528-2>
- Liu, Guoying; Yang, Le** (2019). "Popular research topics in the recent journal publications of library and information science". *Journal of academic librarianship*, v. 45, n. 3, pp. 278-287.
<https://doi.org/10.1016/j.acalib.2019.04.001>

- Logghe, Heather J.; Selby, Luke V.; Boeck, Marissa A.; Stamp, Nikki L.; Chuen, Jason; Jones, Christian** (2018). "The academic tweet: Twitter as a tool to advance academic surgery". *Journal of surgical research*, v. 226, pp. VIII-XII.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.049>
- Mane, Ketan K.; Börner, Katy** (2004). "Mapping topics and topic burst in PNAS". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 101, suppl. 1, pp. 5287-5290.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0307626100>
- Mas-Bleda, Amalia; Aguillo, Isidro F.** (2015). *La web social como nuevo medio de comunicación y evaluación científica*. Barcelona: UOC. ISBN: 978 84 9064 922 0
- McCain, Katherine W.** (1991). "Mapping economics through the journal literature: An experiment in journal cocitation analysis". *Journal of the American Society for Information Science*, v. 42, n. 4, pp. 290-296.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199105\)42:4<290::AID-ASIS>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199105)42:4<290::AID-ASIS>3.0.CO;2-9)
- Morris, Steven A.; Van-der-Veer-Martens, Betsy** (2008). "Mapping research specialties". *Annual review of information science and technology*, v. 42, n. 1, pp. 213-295.
<https://doi.org/10.1002/aris.2008.1440420113>
- Newman, Mark E. J.** (2006). "Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices". *Physical review E*, v. 74, n. 3, pp. 1-22.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.74.036104>
- NISO** (2016). *NISO-RP-25-2016. Outputs of the NISO alternative assessment metric project*. National Information Standards Organization.
<https://www.niso.org/publications/rp-25-2016-altmetrics>
- Onyancha, Omwoyo-Bosire** (2018). "Forty-five years of LIS research evolution, 1971-2015: An informetrics study of the autor-supplied keywords". *Publishing research quarterly*, v. 34, n. 3, pp. 456-470.
<https://doi.org/10.1007/s12109-018-9590-3>
- O'Reilly, Tim** (2006). *What is Web 2.0*.
<https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>
- Orduña-Malea, Enrique; Delgado-López-Cózar, Emilio** (2018). "Dimensions: Re-discovering the ecosystem of scientific information". *El profesional de la información*, v. 27, n. 2, pp. 420-431.
<https://doi.org/10.3145/epi.2018.mar.21>
- Piowar, Heather A.; Vision, Todd J.** (2013). "Data reuse and the open data citation advantage". *Peerj*, v. 1, e175.
<https://doi.org/10.7717/peerj.175>
- Priem, Jason** (2014). "Altmetrics". En: Cronin, Blaise; Sugimoto, Cassidy R. (eds.). *Beyond bibliometrics*. Cambridge: MIT Press, pp. 263-287. ISBN: 978 0 262 02679 6
- Priem, Jason; Groth, Paul; Taraborelli, Dario** (2012). "The altmetrics collection". *PLoS one*, v. 7, n. 11, e48753.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048753>
- Priem, Jason; Taraborelli, Dario; Groth, Paul; Neylon, Cameron** (2010). "Altmetrics: a manifesto". *Altmetrics*, 26 October.
<http://altmetrics.org/manifesto>
- Rosenkrantz, Andrew B.; Ayoola, Abimbola; Duszak J. R., Richard** (2017) "Alternative metrics ("altmetrics") for assessing article impact in popular general radiology journals". *Academic radiology*, v. 24, n. 7, pp. 891-897.
<https://doi.org/10.1016/j.acra.2016.11.019>
- Rousseuw, Peter J.** (1987). "Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster análisis". *Journal of computational and applied mathematics*, v. 20, pp. 53-65.
[https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
- Schvaneveldt, Roger W.; Durso, Francis T.; Dearholt, Donald W.** (1989). "Network structures in proximity data". *Psychology of learning and motivation*, v. 24, pp. 249-284.
[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60539-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60539-3)
- Sugimoto, Cassidy R.; Work, Sam; Larivière, Vincent; Haustein, Stefanie** (2017). "Scholarly use on social media and altmetrics: A review of the literature". *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 68, n. 9, pp. 2037-2062.
<https://doi.org/10.1002/asi.23833>
- Thelwall, Mike** (2012). "A history of webometrics". *Bulletin of the Association for Information Science and Technology*, v. 38, n. 6, pp. 18-23.
<https://doi.org/10.1002/bult.2012.1720380606>

- Thelwall, Mike** (2016). "The discretised lognormal and hooked power law distributions for complete citation data: Best options for modelling and regression". *Journal of informetrics*, v. 10, n. 2, pp. 336-346.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.12.007>
- Thelwall, Mike** (2017). *Web indicators for research evaluation. A practical guide*. Willinston: Morgan and Claypool. ISBN: 978 1 627059176
<https://doi.org/10.2200/S00733ED1V01Y201609ICR052>
- Thelwall, Mike; Fairclough, Ruth** (2015). "Geometric journal impact factors correcting for individual highly cited articles". *Journal of informetrics*, v. 9, n. 2, pp. 263-272.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.02.004>
- Thelwall, Mike; Kousha, Kayvan** (2015a). "Web indicators for research evaluation. Part 1: Citations and links to academic articles from the Web". *El profesional de la información*, v. 24, n. 5, pp. 587-606.
<https://doi.org/10.3145/epi.2015.sep.08>
- Thelwall, Mike; Kousha, Kayvan** (2015b). "Web indicators for research evaluation. Part 2: Social media metrics". *El profesional de la información*, v. 24, n. 5, pp. 607-620.
<https://doi.org/10.3145/epi.2015.sep.09>
- Thelwall, Mike; Vaughan, Liwen; Björneborn, Lennart** (2005). "Webometrics". *Annual review of information science and technology*, v. 39, n. 1, pp. 81-135.
<https://doi.org/10.1002/aris.1440390110>
- Todeschini, Roberto; Baccini, Alberto** (2016). *Handbook of bibliometric indicators: Quantitative tools for studying and evaluating research*. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978 3 527 33704 0
<https://doi.org/10.1002/9783527681969>
- Waltman, Ludo; Van-Eck, Nees-Jan** (2012). "A new methodology for constructing a publication-level classification system of science". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 63, n. 12, pp. 2378-2392.
<https://doi.org/10.1002/asi.22748>
- Weller, Katrin** (2015). "Social media and altmetrics: An overview of current alternative approaches to measuring scholarly impact". En: Wellpe, Isabell M.; Wollersheim, Jutta; Ringelhan, Stefanie; Osterloh, Margit. *Incentives and performance*. Heidelberg: Springer, pp. 261-275. ISBN: 978 3 319 09784 8
https://doi.org/10.1007/978-3-319-09785-5_16
- White, Howard D.; Griffith Bellver C.** (1981). "Author cocitation: A literature measure of intellectual structure". *Journal of the American Society for Information Science*, v. 32, n. 3, pp. 163-171.
<https://doi.org/10.1002/asi.4630320302>
- Williams, Ann E.** (2017). "Altmetrics: An overview and evaluation". *Online information review*, v. 41, n. 3, pp. 311-317.
<https://doi.org/10.1108/OIR-10-2016-0294>
- White, Howard, D.** (2003). "Pathfinder networks and author cocitation análisis: A remapping of paradigmatic information scientists". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 54, n. 5, pp. 423-434.
<https://doi.org/10.1002/asi.10228>
- Whitley, Richard** (2000). *The intellectual and social organization of the sciences*. New York: Oxford University Press. ISBN: 0 19 924045 0
- Yan, Erjia; Ding, Ying** (2012). "Scholarly network similarities: How bibliographic coupling networks, citation networks, cocitation networks, topical networks, coauthorship networks, and cword networks relate to each other". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 63, n. 7, pp. 1313-1326.
<https://doi.org/10.1002/asi.22680>
- Yang, Siluo; Han, Ruizhen; Wolfram, Dietmar; Zhao, Yuehua** (2016). "Visualizing the intellectual structure of information science (2006-2015): Introducing author keyword coupling analysis". *Journal of informetrics*, v. 10, n. 1, pp.132-150.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2015.12.003>
- Zhao, Dangzhi** (2009). "Mapping library and information science: Does field delineation matter?". *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, v. 46, n. 1, pp. 1-11.
<https://doi.org/10.1002/meet.2009.1450460279>
- Zhou, Qingqing; Zhang, Chengzhi; Zhao, Star X.; Chen, Bikun** (2016). "Measuring book impact based on the multi-granularity online review mining". *Scientometrics*, v. 107, n. 3, pp. 1435-1455.
<https://doi.org/10.1007/s11192-016-1930-5>