



Análisis de la producción científica matemática en Colombia.Base web of knowledge (2001-2012)

Nubia Yaneth Gomez Velasco, Julieth Katherine Rodriguez Gutierrez

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Grupo de Investigación en Estadística GAMMA.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la tendencia de las publicaciones científicas en Colombia en el área de Matemáticas reportadas en la base de datos Web of Science-Wok, en el periodo 2001 a 2012, de autores con afiliación institucional colombiana, a través de indicadores cientiométricos y técnicas estadísticas multivariadas como el Análisis de Correspondencia. A partir de la información suministrada por la Wok y previa depuración de la base, se realizó el análisis enfatizando en el número de coautorías y el año de publicación. En éste trabajo, se identifica el procedimiento matemático para la obtención de las matrices de proyección y gráfico del Biplot, así como el algoritmo en el software estadístico R. El tipo de estudio fue de carácter cuantitativo no experimental, con un enfoque retrospectivo, descriptivo comparativo, de tipo analítico y diagnóstico. Se reportaron 855 artículos en el periodo de estudio, los cuales fueron publicados en 278 revistas. A comienzos del periodo el número de autores por artículo era uno o máximo dos, aspecto que fue incrementándose especialmente en los últimos años (2009 a 2012), llegando a un promedio entre tres a cuatro autores por artículos. El uso del Análisis de Correspondencia, permitió concluir sobre el incremento de coautorías en la publicación en el área de matemáticas, sugiriendo la conformación de redes académicas entre diferentes áreas de conocimiento.

Palabras clave: Cienciometría, Dinámicas de Publicación, Matemáticas, Análisis de Correspondencias.

Analysis of scientific production in Colombia mathematical analysis through correspondence.Web of knowledge base (2001-2012)

Abstract

This work aims to characterize the trend of scientific publications in Colombia in the area of Mathematics reported in the database Web of Science-Wok, in the period 2001-2012, the authors Colombian institutional affiliation, through scientometric indicators and multivariate statistical techniques like Correspondence Analysis. From the information provided by the Wok and after purging the base, emphasizing analysis Coauthorship number and year of publication. In this paper, the mathematical procedure for obtaining projection matrices and biplot graph and the algorithm in the statistical software R. The type of non-experimental study was quantitative, with a



71

retrospective approach, descriptive comparative identified, analytical type and diagnosis. 855 items were reported in the study period, which were published in 278 journals. At the beginning of the period the number of authors per article was one or at most two, something that was increasing especially in recent years (2009-2012), reaching an average of three to four authors per article. The use of Correspondence Analysis, allowed to conclude on increasing Coauthorship in publishing in the area of mathematics, suggesting the formation of academic networks between different areas of knowledge.

Keywords: Scientometrics, publication dynamics, Mathematics, correspondences analysis

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Nubia Yaneth Gomez Velasco. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Grupo de Investigación en Estadística GAMMA.

Recibido: Noviembre 15 de 2013 Aceptado: Junio 20 de 2014



INTRODUCCION

La cienciometría es una disciplina de la Cienciología que se encarga de la medición de documentos y artículos de carácter científico, empleando técnicas matemáticas y estadísticas para determinar aspectos relevantes en torno a las dinámicas de producción. Entre los aspectos que se pueden estudiar se encuentra: identificación de esferas de interés en temas de estudio, preferencia de revistas para publicación, estudio del número de autores por artículo, redes de colaboración y análisis de citas. Estos aspectos, entre otros, se constituyen elementos claves en la gestión de la política científica y en los procesos de toma de decisiones estratégicas (Spinak, 1998; Arencibia et al. 2008).

La cienciometría (Novo et al. 2012) es un campo de gestión del conocimiento que se encarga de medir y analizar la ciencia, permitiendo analizar el desarrollo de los ámbitos de conocimiento y las disciplinas que los integran, así como la productividad, las tendencias de los paradigmas científicos, etc. La cienciometría se puede considerar que está prácticamente englobada dentro de la bibliometría e informetría.

Los estudios cienciométricos han incursionado en diferentes áreas del conocimientos no sólo en ciencias básicas o ingenierías sino en otras ciencias (Cruz-Ramirez, et al. 2014; Hemphill et al. 2012; Brunner et al, 2012; Goncalves, 2010). Así como

estudios realizados en diferentes países, entre ellos México donde se encuentran varios documentos que involucran la cienciometría (Luna-Morales, 2012; Perez-Angón, 2012; Solano et al, 2013). En Colombia, se podría indicar que los primeros pasos en cienciometría, fueron dados en la década del 70, con la realización de dos inventarios en Colciencias con apoyo de la Unesco y la OEA (Amezquita, et al. 2011), posteriormente se han realizado otros estudios como los de Ordoñez (2002) y Urbizagastegui et al.2011.

El Análisis de correspondencias es una técnica estadística multivariada que ha ido adquiriendo mayor relevancia en los estudios cienciométricos, como se evidencia en diversos trabajos (Sanz et al. 2001; Abad Garcia et al. 2010; Abad Garcia et al. 2007, 2010; Salvador, 2006). La finalidad del análisis de correspondencias –AC es determinar la posición de una serie de objetos (sujetos) en una serie de atributos (características), tal representación apoyada en un espacio vectorial de dos, tres o más dimensiones (Bravo, 2005). Desde ésta perspectiva el AC permite visualizar a través de gráficos como el Biplot, la tendencia de asociación de variables muy usadas en el análisis de la producción científica de bases de datos bibliográficas como son: el número de coautorías por artículo y el año de publicación.

La tendencia mundial respecto a la visibilidad de las publicaciones científicas es el de implementar



73

estrategias que permitan un mejor posicionamiento en las bases de datos internacionales. Una de estas bases con gran reconocimiento internacional, es la Web of Knowledge–Wok. La Wok¹ es una plataforma basada en la tecnología web y cuenta con una amplia colección de bases de datos bibliográficas, citas y referencias de publicaciones de cualquier área del conocimiento, entre ellas la Matemática. La Wok, es una plataforma dinámica que permite el acceso a la información de alta calidad; es un entorno, desde el cual los investigadores pueden acceder, analizar y gestionar información integrando bases de datos bibliográficas y herramientas de análisis. A la hora de evaluar la calidad de la investigaciones realizada en las instituciones científicas, la Wok se ha constituido fuente de información indispensable para analizar la dimensión tanto cuantitativa como cualitativa de la proyección científica internacional de cualquier país (Arencibia et al. 2008). Si bien, en el último lustro se ha ido incrementando el interés por analizar la producción científica desde diferentes miradas, por la amplitud y complejidad del tema, los documentos a nivel nacional siguen siendo escasos, en particular en las áreas de ciencias naturales (Escorcía et al.2013; García-Zorita et al. 2006). Para el caso concreto del análisis de la producción de artículos científicos con afiliación de autores colombianos, teniendo como

referencia la base Wok, no son muchos los estudios encontrados y aún menos los estudios sobre el análisis de la producción científica en el área de Matemáticas en el período 2001 al 2012.

El objetivo del presente estudio consiste en analizar la producción de artículos científicos en el área de matemáticas de autores con alguna afiliación institucional colombiana, entre el 2001 y 2012, haciendo uso de algunos indicadores cuantitativos y el análisis de correspondencia, bajo las variables: número de coautorías y año de publicación. Como se observó en los resultados, el número de publicaciones en matemáticas en los últimos años se ha ido incrementando, así como el promedio de autores por artículo. Lo anterior, va en sintonía con las nuevas dinámicas de gestión del conocimiento, en la cual la producción del mismo ya no se realiza en forma aislada sino a través de trabajos colaborativos que originan artículos científicos de investigación, este proceso, como sostiene Gadotti (2008), no debe dejarse a capricho o voluntad, sino debe ser de carácter necesario ante los miembros de las universidades (profesores, investigadores, estudiantes, etc). Así mismo, como sostiene varios autores, el tema de gestión y redes de conocimiento, está tomando mayor relevancia en la producción de conocimiento, visibilidad e internacionalización (Parker, 2007; Contreras et al. 2013; Aguado-López, 2009), aspecto que se ha ido

¹ https://www.accesowok.fecyt.es/?page_id=1772



reflejando igualmente en matemáticas.

Los resultados de éste trabajo, hacen parte de los resultados de un proyecto de investigación institucional, auspiciado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y coordinado por el grupo de investigación en Estadística GAMMA.

Materiales y Métodos

El estudio realizado contempló las publicaciones científicas de autores con alguna afiliación colombiana registrados en la base de datos Wok, en el área de Matemáticas durante el periodo 2001 – 2012². Haciendo uso del lenguaje de programación JAVA 1.6 y con un pertinente algoritmo, se realizaron los filtros a que hubo lugar y se separaron los campos de variables de estudio a fin de organizar de mejor manera la base de datos. Previa depuración de dicha base y fijando como criterio de interés los catalogados por la Wok como artículos científicos, se obtuvo el material de análisis, el cual finalmente se basó en 855 artículos científicos³ originales publicados entre el 2001 y el 2012. Se define como artículo científico original a aquél que aporta resultados propios que no han sido publicados anteriormente, que han sido sometidos a evaluación por pares, por lo general tiene la estructura de:

² Los artículos analizados se obtuvieron a través de la Science Citation Index Spanded (ISI) de la Web of Knowledge (Wok), previo acceso bajo identificación código y usuario. Variables delimitadoras: periodo de estudio (2001-2012), campo (artículos), afiliación del autor (institución colombiana), sub-área (ciencias Bistua.Revista de la facultad de Ciencias Basicas.12.(2).2014:70-84. Gomez Velasco NY, Rodriguez Gutierrez JK .Análisis de la producción científica matemática en Colombia.

introducción, métodos, resultados y discusión (Camps, 2007). En el proceso de comunicación los artículos científicos tienen un destacado papel entre otros aspectos por el número de citas que reciben, lo que de alguna manera refleja el impacto, pertinencia y relevancia de los mismos.

Análisis de Correspondencia: Numero de autores y Año de publicación

El análisis de correspondencias- AC es una técnica exploratoria multivariada que parte de la representación en tablas de contingencia, esto es, tablas donde se recogen las frecuencias de aparición de dos o más variables cualitativas o cuantitativas en un conjunto de elementos. Este método da como resultado mapas de percepción en los que la proximidad entre las categorías refleja su nivel de asociación (Peña, 2002). La información de partida del AC es una matriz de datos no negativos X , que tiene n - filas (año de publicación del artículo) y p -columnas (número de autores), el valor n_{ij} representa el número de elementos de la fila i y la columna j , esto es, número de artículos publicados en el año i -ésimo con j -autores. A partir de ésta matriz X se busca una relación de semejanza o desemejanza, proximidad o lejanía entre los objetos (sujetos) y los atributos (Peña, 2002). La búsqueda de tal relación requiere el cálculo de los perfiles fila y perfiles

básicas y con búsqueda avanzada área matemáticas). La consolidación del archivo se realizó en agosto de 2013

³ Los artículos científicos son así clasificados por la Wok y se encuentran en categorías distintas a otros documentos como: cartas al editor, reflexiones, u otros que no hayan sido sometidos a pares académicos

Bistua.Revista de la facultad de Ciencias Basicas.12.(2).2014:70-84. Gomez Velasco NY, Rodriguez Gutierrez JK .Análisis de la producción científica matemática en Colombia.



75

columna; perfiles que a su vez corresponden a las frecuencias relativas condicionales, de filas respecto a columnas $f_{i|j}$ y de columnas respecto a filas $f_{j|i}$, (Ecuación 1)

$$f_{i|j} = \frac{n_{ij}}{n_j} = \frac{f_{ij}}{f_{.j}} \quad \text{y} \quad f_{j|i} = \frac{n_{ij}}{n_i} = \frac{f_{ij}}{f_{i.}} \quad (1)$$

La nube de puntos fila y la nube de puntos columna, que generan la mejor proyección, son representadas respectivamente por las matrices R_f y R_c (Ecuación 2)

$$R_f = D_n^{-1}F \quad \text{y} \quad R_c = FD_p^{-1} \quad (2)$$

Donde: D_n y D_p son matrices diagonales, cuyas componentes son los valores marginales $f_{i.}$ y $f_{.j}$, y F es la matriz de frecuencias relativas (DIAZ, 2012). Los vectores que determinan la posición y dirección de los ejes principales, son generados por los valores propios de las matrices S^* y S^{**} (Ecuación 3)

$$S^* = D_p^{-1/2} \tilde{A} D_p^{-1/2} \quad \text{y} \quad S^{**} = D_n^{-1/2} \tilde{A}' D_n^{-1/2} \quad (3)$$

Donde : $\tilde{A} = F' D_n^{-1} F$ y $\tilde{A}' = F D_p^{-1} F'$
Las coordenadas de la mejor representación de las filas y de las columnas de la matriz F en un espacio de menor dimensión vendrán dadas, respectivamente, por las filas de las matrices proyecciones (Ecuación 4)

$$C_f = D_n^{-1} F D_p^{-1/2} A_2 \quad \text{y} \quad C_c = D_p^{-1} F D_n^{-1/2} B_2 \quad (4)$$

Donde: A_2 y B_2 representan los vectores propios asociados a los valores propios de las matrices S^* y S^{**} respectivamente.

Implementación de la técnica AC

Para evaluar el nivel de coautoría durante el periodo de estudio 2001-2012 en el área de Matemáticas, se tuvo en cuenta las variables “numero de autores (por articulo)” y “año de publicación (del articulo)”. La información de partida se encuentra recogida en una tabla de contingencia \mathbb{X} de orden (12x9), en donde las doce categorías en fila, representan los años de publicación (2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012) y las nueve categorías en columna representan el número de autores de los artículos (uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho y nueve o más autores).

La elección del número de dimensiones en el que se representa el Análisis de Correspondencia-AC, requiere determinar la varianza estadística (o inercia) representada entre las dimensiones. Cada eje refleja una dimensión de la relación entre las variables. Para efectos de la variable año de publicación y número de autores por artículo, el número máximo de dimensiones obtenidas será el mínimo entre filas y columnas,



esto es, $\min(a, b) - 1$, para éste caso: el $\min(12, 9) - 1 = 9 - 1 = 8$.

Los valores propios obtenidos de la matriz definida en la ecuación 3, son: $\lambda_1 = 0.244$, $\lambda_2 = 0.153$, $\lambda_3 = 0.144$, $\lambda_4 = 0.110$, $\lambda_5 = 0.093$, $\lambda_6 = 0.052$, $\lambda_7 = 0.042$, y $\lambda_8 = 0.024$. Elevando cada valor propio al cuadrado, se obtiene la cantidad de inercia recogida por cada eje o dimensión; en este caso, la inercia total es de 0.129. Así, la primera dimensión muestra el 46% (0,059/0,129) de la inercia total, la segunda dimensión muestra el 18,1% (0,023/0,129). Para efectos de éste trabajo, se decidió retener los dos primeros ejes, esto es las dos primeras dimensiones, ya que el porcentaje de variabilidad explicada (porcentaje de información) corresponden a un 64.1%. La dimensión con mayor varianza es asignada al eje X y la dimensión con menor varianza es asignada al eje Y. Según DIAZ-FAES *et al.* (2013), con una varianza combinada de las dimensiones 1 y 2 superior al 60% se considera que la representación es óptima.

El análisis estadístico se realizó empleando el software de libre distribución R, programado bajo el argumento:

```
ACS<-
ca(Tabla=matrix(c(Tabla_de_contingencia, ncol=?))
```

Este argumento requiere previamente instalar y cargar la librería de análisis de correspondencia **ca** en el paquete R. Adicionalmente renombrar las filas y columnas bajo los comandos:

```
rownames(Tabla)=c("años de publicación")
```

```
colnames(Tabla)=c("numero autores por año")
```

Para obtener el Biplot se ejecuta el comando `Plot(ACS)`

A fin de obtener una gráfica de Biplot más visible, se hizo uso del programa SPSS Inc. Versión 18, bajo la instrucción: Menú--Analizar-- Reducción de dimensiones-- Análisis de correspondencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los resultados se encontraron que los 855 artículos publicados en matemáticas por autores con alguna afiliación institucional colombiana reportados en la Wok entre el 2001 al 2012, están agrupados en 48 áreas de conocimiento, siendo predominantes el área de: Matemática con un 51.1%, Física con un 13.8% y Ciencia Computacional-Matemáticas con un 5.5%. En relación al idioma de publicación se observa que la mayoría de los artículos son publicados en idioma inglés (95,3%), en menor porcentaje en español (4,4%) y en francés (0,2%). Lo anterior podría ser explicado por el hecho que la mayoría de las revistas de la Wok son de habla inglesa o dentro de sus políticas editoriales manifiestan recibir preferiblemente artículos en inglés.

Existe un amplio número de revistas en donde publican los autores colombianos sobre temas de matemáticas (278 revistas), sin embargo, las cinco revistas que concentran mayor porcentaje de



publicaciones son: Revista Colombiana de Estadística, Physical Review E, Applied Mathematics and Computation, Journal of Mathematical Analysis and Applications y Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. Por otra parte, uno de los indicadores de aceptación universal, que refleja la relevancia de la revista y de los artículos publicados, es el denominado factor de impacto, también conocido como índice de impacto (Aleixandre-Benavent et al., 2007; León-Sarmiento et al., 2007). Este factor, en términos generales evalúa y califica la revista según el número de citas que recibe y el número de documentos que se publica, valor que es calculado con referencia a un año base y un periodo de estudio⁴. Los factores de impacto de las cinco revistas anteriormente indicadas son respectivamente: 0.10, 2.32, 1.6, 1.11 y 1.61⁵. Al analizar el factor de impacto de las 278 revistas donde tienden a publicar los autores colombianos, se determina que las revistas con mayor factor de impacto en su mayoría se encuentran escritas totalmente en inglés o en una combinación del inglés con otro idioma, siendo éste último por lo general, el idioma local. Por otra parte, se observa que las revistas con mayor factor de impacto donde publican los investigadores matemáticos con afiliación

(77)

colombiana, no corresponden a países de Latinoamérica, prefiriendo llevar sus artículos preferiblemente a revistas Estado Unidenses. Lo anterior explica en parte, el esfuerzo y creciente interés de las revistas latinoamericanas para tener un mejor factor de impacto e intentar “competir” con factores de impactos de revistas Europeas y Norteamericanas, a fin de contrarrestar el hecho que muchos de los mejores trabajos de investigación de la región sean publicados en revistas extranjeras (Tellez et al, 2007).

En relación a la preferencia de las revistas y sus dinámicas de publicación, se observa que a través del tiempo, el efecto es variante. Entre los años 2001 a 2005, la preferencia era escribir en las revistas: Journal Of Mathematical Physics, Modern Physics Letters B y Journal Of Symbolic Logic, las cuales congregaba buen número de publicaciones de autores con alguna afiliación colombiana. Sin embargo aproximadamente a partir del 2008, la preferencia se ha ido hacia la Revista Colombiana de Estadística y Physical Review E. Se observó que las políticas editoriales de la mayoría de éstas revistas dan cabida no sólo a la teoría matemática sino a las aplicaciones de la matemática con fundamento teórico.

⁴ Este indicador por su construcción, a mayor índice de impacto, mayor importancia de la publicación. (Campanario, 2006).

⁵<http://www.estadistica.unal.edu.co/?not=1238&nv=not&dep=7>,
<https://journals.aps.org/pre/about>,

<http://www.journals.elsevier.com/applied-mathematics-and-computation/>,
<http://www.journals.elsevier.com/journal-of-mathematical-analysis-and-applications/>,
<http://www.journals.elsevier.com/nonlinear-analysis-theory-methods-and-applications/>



78

En relación a las temáticas de publicación, se encontraron 78 categorías diferentes en el área de Matemáticas, con preferencia en los últimos años a publicar en: Estadística y Probabilidad, Matemáticas, Matemáticas Aplicadas, Ingeniería Multidisciplinar y Matemáticas, y, Aplicaciones Matemáticas Interdisciplinarias. Lo anterior permite inferir que buen número de los artículos en matemáticas están fundamentados más hacia las aplicaciones que hacia las teorías en matemáticas. Tales aplicaciones evidencian también, la asociación de matemáticos con investigadores de otras áreas de conocimiento, impulsando el trabajo interdisciplinar y las redes académicas de investigación, tema que desde algunos años atrás ha despertado mayor interés y que son relevantes en las nuevas corrientes inmersas en la denominada era del conocimiento, tal como lo reflejan algunos estudios (Contreras et al. 2013; Tejedor, 2012; Sloep y Berlanga, 2011; Balderas, 2009).

Número de artículos publicados por año y coautorías por artículo
El crecimiento de artículos publicados en el área de matemáticas entre el 2001 al 2012 es notablemente creciente. Mientras en el año 2001 en la Wok se registraron 26 artículos científicos, en el 2012 aparecen 163 artículos, es decir en aproximadamente 10 años se ha quintuplicado la producción académica. A partir del año 2007 se

dio un mayor incremento de las publicaciones científicas en el área de matemáticas, de las 855 publicaciones, el 30.8% fueron realizadas entre el 2001 al 2007, mientras que entre el 2008 al 2012, se duplicó éste porcentaje, llegando al 69.2%.

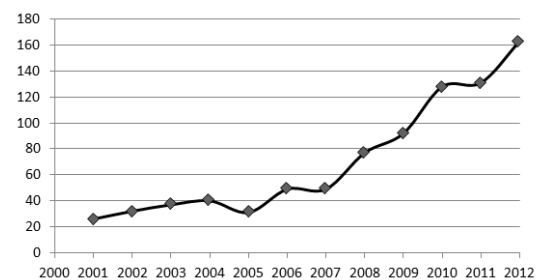


Figura 1. Distribución de los artículos según año de publicación. Fuente: Elaboración propia

La coautoría es uno de los aspectos relevantes en los estudios cuantitativos, dado que permite comprender las diferentes transformaciones y pautas que se dan en torno a las redes de colaboración bajo las cuales se desarrolla la investigación. Considerando la tabla de contingencia con matriz de información X que contiene el número de artículos publicados, según año y número de autores y a través de la aplicación del análisis de correspondencia, se obtuvo las coordenadas de los puntos fila y puntos a través de la ecuación 4, lo que dio lugar al correspondiente Biplot (figura 2) con las dos primeras dimensiones, reteniendo un porcentaje de variabilidad explicada del 64.1%.

La interpretación geométrica del Biplot, toma parte del planteamiento

expuesto en Diaz-Faes *et al.* (2013) cuyo principio básico se radica en considerar distancias entre categorías y ángulos de cercanía. Se observa que los años 2001 y 2006 están próximos con los puntos correspondientes a los artículos de uno o dos autores, mientras que los años 2008, 2011 y 2012 tienen gran cercanía con artículos publicados entre 3 o 4 autores. Así mismo, en la parte lateral izquierda del Biplot, se evidencia la proximidad de los años 2001 al 2007 con artículos publicados con un autor e incluso dos autores, en contraposición, con la parte lateral derecha donde aparecen los años 2008 al 2012, con tendencia hacia mayor número de autores.

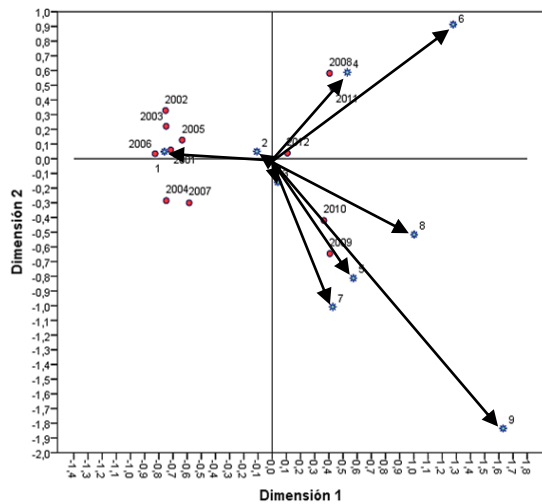


Figura 2. Biplot ACS_ Años de publicación – Número de autores, en el área de Matemáticas, base Wok 2001 – 2012. Plano1 Fuente: Elaboración propia

Si bien el Análisis de Correspondencia, es una técnica de tipo exploratorio, su resultado permite sugerir hipótesis estadísticas más pertinentes y obtener así conclusiones

con niveles de confiabilidad. En éste caso se plantea la hipótesis si existe relación de dependencia entre el número de autores por artículo y el periodo de publicación. Básicamente se tomaron las mismas categorías establecidas en la tabla de contingencia, agrupando los periodos de publicación del 2001 al 2007 y del 2008 al 2012 (Tabla 1)

Periodo	Numero de Autores			
	Uno o dos	Tres o Cuatro	Cinco o Seis	Siete o más
2001-2007	0,625	0,329	0,037	0,007
2008-2012	0,443	0,413	0,105	0,039

Tabla 1. Proporción de autores por cada periodo de publicación. Fuente: Elaboración propia

Desde una interpretación descriptiva de la tabla, se observa que entre el 2001 al 2007, el 62.5% de los artículos eran publicados por uno o dos autores, el 32.9% por tres a cuatro autores y un porcentaje muy pequeño (aproximadamente 4.6%) por cinco o más autores. A partir del año 2008, la tendencia fue cambiando en relación al periodo anterior. Entre el 2008 al 2012, el porcentaje de artículos publicados por uno o dos autores pasó a un 44.3% (esto es tuvo una reducción de un 18.2%), mientras que el porcentaje de artículos publicados por tres a cuatro autores alcanzó un 41.3% (incremento casi del 10%) y con cinco o más autores llegó aproximadamente al 14.4%. La prueba Ji-Cuadrado de independencia resultó significativa



80

($X^2= 31.199$, $DF=3$, $pvalor 0.000$), concluyéndose que existe relación entre las variables periodo de publicación y el número de autores por artículo. Lo anterior permite concluir que las dinámicas de asociación para publicación de artículos en revistas ubicadas en bases internacionales, en el área de matemáticas han ido en aumento, si bien a comienzos del periodo de estudio era muy frecuente encontrar artículos con uno o dos autores, actualmente es más frecuente encontrar artículos publicados con más de tres autores. Esto puede ser explicado en parte por las facilidades de acceso a las tecnologías de información y comunicación que han ampliado las fronteras institucionales y disciplinares, aumentando la capacidad de vinculación y el trabajo colegiado con pares en diferentes latitudes (Aguado-Lopez et al, 2009) o por el incremento en redes académicas de investigación de gran importancia en la nueva era del conocimiento que dejó a un lado la era de la información.

Según (Escorcia et al, 2013), el índice de colaboración y productividad por lo general se encuentran relacionados y miden la participación de autores en los trabajos generados, por tanto para el caso de los autores en el área de matemáticas, el incremento de número de autores por artículo, dejaría así mismo inferir el incremento de la productividad por autor, aspecto del cual es de gran beneficio tanto para las instituciones educativas que buscan incrementar este mismo

indicador para los mismos investigadores.

CONCLUSIONES

Aproximadamente a partir del 2008 se marcó una tendencia del número de autores por artículo en el área de matemáticas con tendencia hacia las teorías matemáticas aplicadas a contextos prácticos y experimentales. Así mismo el incremento de publicaciones en la ISI-Wok permite visualizar un creciente interés de los autores en buscar mayor visibilidad de sus productos, lo que ha ido constituyendo un indicador de calidad de las publicaciones científicas y del nivel de profesionalización de los autores de ésta comunidad científica. Finalmente se concluye, sobre las alianzas estratégicas entre el investigador en matemáticas y autores de otras áreas de conocimiento, el cual está reflejado en el incremento de autorías promedio que reportan los artículos y el porcentaje de publicaciones con autores extranjeros, el cual alcanzó al 65%. Se recomienda para próximos estudios relacionados con la producción científica, el Análisis de Correspondencia en conjunto con el Análisis Escalamiento Multidimensional, para tener una mayor visualización de éstas dinámicas.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen la colaboración de los demás integrantes del Grupo de Estadística que colaboraron en el proyecto



81

institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, así como a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a la realización del mismo.

Referencias Bibliográficas

AGUADO-LÓPEZ, E, SALAZAR R, GARDUÑO G & BECERRIL A (2009) Patrones de colaboración científica a partir de redes de coautoría. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*. Universidad Autónoma del Estado de México. ISSN 1405-1435, UAEM, Núm. esp. ia 2009, pp. 225-258. Recuperado de <http://convergencia.uaemex.mx/revespecial/pdf/14-aguadorogel-p225-p258.pdf> marzo de 2013.

ALEIXANDRE-BENAVENT, R, VALDERRAMA-ZURIÁN J & GONZÁLEZ G (2007) El Factor De Impacto de las Revistas Científicas: Limitaciones e Indicadores Alternativos. *El profesional de la información*, 2007, **16** (1): 4-11.

AMEZQUITA J, MARTINEZ D, MARTÍNEZ J, & MAZA, F (2011) *Bibliometría, infometría y Cienciometría*. Unicartagena: Colombia.

ARENCIBIA J, DE MOYA F (2008) La Evaluación de la Investigación Científica: Una Aproximación Teórica desde la Cienciometría. *ACIMED*, Ciudad de la Habana, **17**, N. 4. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=s>

[ci_arttext&pid=s1024-94352008000400004&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1024-94352008000400004&lng=es&nrm=iso) Diciembre de 2014.

ABAD-GARCIA F, GONZÁLEZ A, SANZ E, LASCURAIN M & GARCIA C (2007) Producción científica de la Comunitat Valenciana en materias de biomedicina y ciencias de la salud a través de las bases de datos del Institute of Scientific Information (ISI) Recuperado de:

http://eprints.rclis.org/12678/1/produccion_cientifica_def_200307%5B1%5D.pdf

marzo de 2013.

ABAD-GARCIA F, GONZÁLEZ A, CORT J, JIMENEZ F, SANS E, LASCURAIN M, GARCIA C & CHISVERT M (2010) Producción Científica de la Comunitat Valenciana en Materias de Biomedicina y Ciencias de la Salud a través de las Sases de Datos del Institute of Scientific Information (ISI) Datos periodo-2004-2006 y evolución 2000-2006 Recuperado de:

http://eprints.rclis.org/15901/1/produccion_cientifica_09_CV_2.pdf Marzo de 2013.

ALEIXANDRE-BENAVENT R, VALDERRAMA-ZURIÁN J & GONZÁLEZ, G (2007) El Factor de Impacto de las Revistas Científicas: Limitaciones e Indicadores Alternativos. *El Profesional de la Información*, **16** (1): 4-11.

BALDERAS R (2009) ¿Sociedad de la Información o Sociedad del Conocimiento? *Cotidiano - Revista De*



La Realidad Mexicana, Núm. 158, pp. 75-80.

BRAVO A (2005) “Análisis Bibliométrico De La Producción Científica De México En Ciencias Agrícolas A Través De Las Bases De Datos Internacionales: Agrícola, Agris, Cab, Abstracts, Science Citation Index, Social Science Citation Index Y Tropag & Rural, En El Periodo 1983-2002”. Universidad Carlos II De Madrid. Tesis Doctoral.

BRUNNER J & SALAZAR F (2012) Investigación educativa en Iberoamérica: entre la invisibilidad y la medición. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 4 (9), 559-575.

CAMPS D (2007) Estudio bibliométrico general de colaboración y consumo de la información en artículos originales de la revista *Universitas Médica*, período 2002 a 2006. *Universitas Médica*, 48 (4): 358-365.

CONTRERAS S, RUIZ J, VÁZQUEZ E & SALAZAR F (2013) Redes Académicas de Investigación. *Revista Apertura*, 4(2). Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura3/article/view/322/288> abril de 2013.

CRUZ M, ESCALONA M, CABRERA S & MARTÍNEZ M (2014) Análisis Cienciométrico de las Publicaciones Educativas Cubanas en la Wos y Scopus (2003-2012). *Revista*

Española De Documentación Científica, 37(3):E058. Doi: [Http://Dx.Doi.Org/10.3989/Redc.2014.3.1119](http://Dx.Doi.Org/10.3989/Redc.2014.3.1119)

DÍAZ-FAES A, GONZÁLEZ B, GALINDO M & BORDONS M (2013) “Hj-biplot como Herramienta de Inspección de Matrices de Datos Bibliométricos”. *Revista española de documentación científica*. (2013). Recuperado el 13-2014 de: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2013.1.988>.

DÍAZ L & MORALES M (2012) “Análisis Estadístico de Datos Categóricos”. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

ESCORCIA T & POUTOU R (2013) Análisis Bibliométrico de los Artículos Originales Publicados en la Revista *Universitas Scientiarum* (1987-2007). *Universitas Scientiarum*, 13(3), 236-244. doi:10.11144/univ.sci..v13i3.1432.

GADOTTI M (2008) El Pensamiento Pedagógico Crítico. en *Historias de las Ideas Pedagógicas*. México: siglo xxi, pp. 199-214.

GARCIA C, MARTIN C, LASCURAIN M & SANZ E (2006) Institutional Addresses in the Web of Science: the Effects on Scientific Evaluation. *J INF SCI.*;32 (4):378-83.

GONÇALVES A (2010) Educação Inclusiva em Revistas pedagógicas: Análises de Conteúdo e Bibliométrica. *Revista Brasileira de Educação*



83

Especial, **16** (3), 479-494.
Recuperado de:
<http://www.scielo.br/pdf/rbee/v16n3/v16n3a11.pdf> abril de 2014.

HEMPHILL A, KOTEVSKI A, TOLLIT M, SMITH R, HERRENKOHL T, TOUMBOUROU T & CATALANO R (2012) Longitudinal Predictors of Cyber and Traditional Bullying Perpetration in Australian Secondary School students. *Journal of Adolescent Health*. doi:10.1016/j.jadohealth.2011.11.019.

LEÓN F, LEÓN M & CONTRERAS A (2007) El Impacto del Factor de Impacto: ¿Mito o Realidad? *Colombia Médica*, **38** (3): 290-296.

LUNA M (2012) *Determinantes of the maturing process of the mexican research output: 1980-2009*. *Inerciencia*, **37** (10), 736-742.

NEWMAN M (2001) Scientific Collaboration Networks. II Shortest Paths, Weighted Networks, and Centrality. *Physical Review e*. **64**(1):016132.

NOVO M & BAUTISTA M (2012) Análisis de la Incidencia de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible en las Revistas Científicas Españolas. *Revista de Educación*, **358**. pp. 583-597. DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2012-358-176.

ORDONEZ G (2002) La Experiencia Colombiana en la Puesta en Marcha

del Observatorio de Ciencia y Tecnología -OCYT. CDC [online]. 2002, **19**, n.51. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-25082002000300006&lng=es&nrm=iso. ISSN 1012-2508.

PEÑA D (2002) "Análisis de Datos Multivariantes". Libro en línea <http://es.scribd.com/doc/132365997/Pena-Daniel-Analisis-de-Datos-Multivariantes-2002-pdf#scribd>.

PARKER H (2007) Construcción de Redes de Conocimiento y Aprendizaje Académico. *Revista del Centro de Investigación*, Enero-Julio, pp. 93-119.

SALVADOR G (2006) Principales Revistas Latinoamericanas en Ciencias Bibliotecológica y de la Información: su difusión y su concentración temática y geográfica. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v21n42/v21n42a5.pdf> mayo de 2013.

PÉREZ-ANGÓN M (2010) *Atlas de la Ciencia Mexicana 2010*. México.

PÉREZ-ANGÓN M (2012) *Atlas de la Ciencia Mexicana 2012, volumen I y II*. México

SANZ E, GARCÍA C & LASCURAIN M (2001) "Las Disciplinas Científicas como Encrucijada de Saberes: El caso de los Estudios de Biblioteconomía y Documentación de las Universidades Españolas". *Revista General de Información y Documentación*, **11**, no. 1, pp. 175-179.



84

SOLANO E, DUTRÉNIT G, ZARAGOZA M & ZUÑIGA P (2013) Observatorio de Indicadores Cienciométricos del Sistema Nacional de Investigadores de México. Documento en Línea http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:v_xAuClaDGcJ:congreso2013.ricyt.org/files/mesas/3fProduccioncientifica/SolanoDutrenitZaragozaBello.pdf+&cd=4&hl=es-419&ct=clnk&q=co agosto de 2014.

SLOEP P, BERLANGA A (2011) Redes de Aprendizaje, Aprendizaje en Red. *Comunicar*, vol. 18, núm. 37, pp. 55-64.

SPINAK E, (1998) “*Indicadores Cienciométricos*”. Proyecto Scielo. Sao Paulo-Brasil.

TEJEDOR F & GARCÍA-VALCÁRCEL A (2012) Sociedad Tecnológica e Investigación Educativa. *Revista Española de Pedagogía*, Núm. 251, pp. 5-26.

TÉLLEZ J, MORALES L, & ESTAÑOL B (2007) Análisis del Factor de Impacto de las Revistas Científicas Latinoamericanas. *Revista Médica de Chile*, 135(4), 480-487. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pi=S0034-98872007000400010&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0034-98872007000400010 enero 2014.

URBIZAGÁSTEGUI R & RESTREPO C, (2011) “*El Desarrollo de la*

Bibliometría y los Indicadores en Ciencia y Tecnología en Colombia”. Universidad de California en Riverside. Recuperado de: <http://congreso2013.ricyt.org/files/mesas/3fproduccioncientifica/urbizagastequirestrepo.pdf>. marzo de 2014.