

Análisis bibliométrico del campo modelado de difusión de innovaciones

LORENA CADAVID HIGUITA, M.Sci.^{1,2}

Estudiante del doctorado en Ingeniería de Sistemas,
Universidad Nacional de Colombia– Sede Medellín, Colombia.
dlcadavi@unal.edu.co

GABRIEL AWAD, M.Sci.

Docente Departamento de Ingeniería de la Organización,
Universidad Nacional de Colombia– Sede Medellín, Colombia.
gawad@unal.edu.co

CARLOS JAIME FRANCO CARDONA, Ph.D.

Docente Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión,
Universidad Nacional de Colombia– Sede Medellín, Colombia.
cjfranco@unal.edu.co

RESUMEN

El objetivo del artículo es presentar los resultados de un análisis bibliométrico en el campo del modelado de la difusión de innovaciones que permita realizar un diagnóstico de la evolución y estado actual del tema. La metodología empleada consiste en la construcción y posterior análisis de los indicadores bibliométricos de cantidad y calidad, así como un análisis de la estructura topológica de las redes de autores atendiendo a su evolución temporal en el intervalo 2005-2011. Como resultado, se encuentra un campo en continuo crecimiento y de gran dispersión, con alta dinámica en la evolución de sus redes. Se recomienda un análisis de texto con ajuste de curvas de difusión que dé cuenta de las tendencias temáticas del campo.

Palabras clave. Difusión de innovaciones; vigilancia tecnológica; bibliometría; redes de autores.

Recibido: 30-jun-11, corregido: 27-abr-12 y aceptado: 26-jun-12

Clasificación JEL: O33



1 Este documento fue seleccionado en la convocatoria para enviar artículos, Call for Papers, realizada en el marco del "II Simposio Iberoamericano de *Estudios Gerenciales*: Una mirada interdisciplinar a la innovación", organizado por la revista académica *Estudios Gerenciales* bajo la dirección de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Icesi; el evento tuvo lugar los días 12, 13 y 14 de octubre de 2011, en la ciudad de Cali (Colombia). Este documento fue presentado en las sesiones simultáneas del área de "Factores determinantes en la innovación".

2 Autor para correspondencia. Dirigir a: Carrera 80 No 65-223, Oficina M8-209, Facultad de Minas. Medellín, Colombia.

A bibliometric analysis of a modeled field for disseminating innovation

This article presents the results of a bibliometric analysis in the field of modeling the dissemination of innovations that allows a diagnosis of the evolution and current state of the art of this topic. The methodology used involved building and subsequently analyzing bibliometric quantity and quality indicators as well as conducting an analysis of the topological structure of authors' networks, considering their evolution over time in the period from 2005 to 2011. The findings show that this is a continuously growing, highly disseminated field with a strong dynamic in the evolution of its networks. It is advisable to analyze the text and to make dissemination curve adjustments that account for trends in this topic in the field.

Keywords. Dissemination of innovations; technological surveillance; bibliometrics; authors' networks.



Análise bibliométrica do campo de modelo de difusão de inovações

O objetivo do artigo é apresentar os resultados de uma análise bibliométrica no campo de modelo da difusão de inovações que permitem um diagnóstico da evolução e situação atual do assunto. A metodologia consiste na análise subsequente de construção e indicadores bibliométricos de quantidade e de qualidade, bem como uma análise da estrutura topológica das redes dos autores em função da sua evolução temporal no intervalo de 2005-2011. Como resultado, existe um campo sempre crescente e ampla dispersão, com elevada dinâmica na evolução das suas redes. A análise de texto recomendado com ajuste de curvas de difusão para explicar as tendências temáticas do campo.

Palavras-chave. Difusão de inovações; vigilância tecnológica; bibliometria; rede de autores.

Introducción

La literatura actual define la innovación como la implementación de un nuevo o significativamente mejorado bien, idea, servicio, proceso o práctica que es útil y agrega valor a la actividad económica (OECD, 2005). La propagación de una innovación en el mercado es conocida como *difusión* de la innovación, un proceso por el cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales a lo largo del tiempo entre los miembros de un sistema social (Rao & Kishore, 2010). Desde la década de 1960, ha existido una corriente de investigación dedicada al modelado de la difusión de innovaciones, entendiendo un *modelo* como un facsímil de la realidad, una representación (más pequeña, menos detallada, menos compleja) de alguna estructura o sistema que se usa para entender el mundo (Balci, 2001; Gilbert & Troitzsch, 2005).

El presente artículo tiene como objetivo presentar los resultados de un análisis bibliométrico en el campo del modelado de la difusión de innovaciones, que permita realizar un diagnóstico de la evolución y estado actual del tema y que sirva como base para las investigaciones futuras que se adelanten. Su realización estuvo basada en el apoyo teórico sobre modelado de difusión de innovaciones y análisis bibliométricos, y contó con la búsqueda de la información necesaria para los cálculos en la base de datos SCOPUS; asimismo, el procesamiento de la información se llevó a cabo usando los paquetes MS Excel® y Cytoscape® para el análisis de las redes. De esta manera, se construyeron e interpretaron varios indicadores de cantidad (relativo al número de publicaciones), calidad (relativo al número de citas) y estructura (relativo a la configuración de la red de investigadores) del campo.

Este artículo se organiza de la siguiente manera. Inicialmente se presenta el campo del modelado de difusión de innovaciones, exponiendo sus conceptos más relevantes, características y antecedentes. Luego se introduce el campo de la bibliometría, señalando los conceptos principales del mismo y exponiendo algunos indicadores claves para el análisis. Posteriormente se realiza el análisis bibliométrico del campo modelado de difusión de innovaciones, señalando a continuación la metodología usada y la construcción y el análisis de los respectivos indicadores de cantidad, calidad y estructura. Se concluye que el modelado de difusión de innovaciones es un campo en continuo crecimiento y de gran dispersión, tanto en los autores generadores de conocimiento como en las revistas encargadas de su difusión; asimismo, presenta una gran dinámica en la evolución de sus redes de autores, y se evidencian nuevos patrones de adhesión a las redes tendientes al establecimiento de pocas relaciones. Finalmente, los autores recomiendan un análisis textual orientado al descubrimiento de temáticas recientes en el campo, así como un ajuste de curvas de difusión en dicho análisis para pronosticar la evolución de dichas temáticas en los años futuros.

La metodología empleada deja por fuera la minería de texto y el pronóstico tecnológico, focalizándose específicamente en los indicadores en mención.

1 Modelado de la difusión de innovaciones

La literatura en el campo de difusión de innovaciones puede ser dividida en dos familias dominantes de investigaciones: aquellas que caracterizan los mecanismos y patrones de la difusión (difusión de innovaciones propiamente dicha), y aquellas

que buscan entender y caracterizar la estructura de la toma de decisiones y los procesos individuales de adopción de la innovación (comúnmente conocida como adopción tecnológica) (Montalvo & Kemp, 2008).

La difusión de innovaciones busca explicar la propagación de la innovación modelando su ciclo de vida completo desde la perspectiva de las interacciones entre los consumidores y las comunicaciones (Peres, Muller & Mahajan, 2010; Rao & Kishore, 2010). Según Montalvo & Kemp (2008), las investigaciones en este campo se soportan principalmente en el modelo epidemiológico de contagio (Frost, 1919), entendiéndose que el contagio social es un proceso a través del cual una persona captura una idea o un comportamiento de otra persona (MacVaugh & Schiavone, 2010).

Los estudios de difusión intentan hallar la tasa y la cantidad de adoptadores en una población específica y durante un período de tiempo determinado, usando ejercicios de ajuste de curvas (Montalvo & Kemp, 2008). Además, buscan comprender la influencia de factores particulares detrás de los patrones de difusión observados para predecir la difusión usando diversas metodologías. Los factores relevantes de la difusión pueden ser divididos en factores que estimulan la adopción y factores que la desestimulan, y los estudios también han ahondado en la interacción entre dichos factores (Montalvo & Kemp, 2008).

1.1 Antecedentes y evolución

El modelado de la difusión de innovaciones ha sido un tópico de importancia académica y práctica desde la década de los sesenta, cuando aparecieron los primeros trabajos. Sin embargo, los principales modelos de difusión de innovaciones fueron propuestos en la década de los setenta (Meade & Islam, 2006). Los modelos de difusión se han em-

pleado de dos formas principales: descriptiva, para desarrollar un mejor entendimiento del fenómeno de difusión, y predictiva, para pronosticar los patrones de difusión de las nuevas tecnologías antes de que haya una gran cantidad de datos disponible para ello (Peres et al., 2010). En general, existe un amplio y rico conocimiento teórico y práctico sobre la difusión de nuevos productos (Rao & Kishore, 2010).

Inicialmente, la difusión de innovaciones fue modelada con base en la teoría del crecimiento de una colonia de células en un medio. Debido a que el nacimiento y desarrollo de las células está limitado por la cantidad de nutrientes y espacio disponibles, el crecimiento de la colonia se ve disminuido en el tiempo, resultando en un patrón en forma de S (Rao & Kishore, 2010). En efecto, los estudios empíricos muestran que los procesos de difusión de innovaciones exitosos y completos, en general, siguen una forma de S, como sucede con muchos fenómenos naturales (Kemp & Volpi, 2008; Rao & Kishore, 2010). Es así como diferentes modelos de difusión se han utilizado para calcular esta tendencia a través de ecuaciones matemáticas; los modelos se han usado para explicar las tasas de difusión y estimar los parámetros de los coeficientes de las ecuaciones, tratando de reflejar el crecimiento en S a través de interpretaciones en las variables y los parámetros, que sean lógicas a la luz del proceso de difusión (Rao & Kishore, 2010).

Sin embargo, son muchos los factores que afectan el proceso de difusión. Algunos de los factores cambian endógenamente, como el conocimiento sobre la innovación, el precio como consecuencia de las economías de escala o las curvas de aprendizaje, el aumento en la intensidad competitiva y la presión de los adoptadores para con los no adoptadores. Otros factores cambian exógenamente, como los precios de la energía necesaria para

lidar con la innovación, la atención dada a los temas ambientales y la regulación; estos factores no dependen de la difusión de la innovación ni de la cantidad de adoptadores previos de la misma (Kemp & Volpi, 2008; Montalvo & Kemp, 2008).

1.2 Clasificación de modelos

Los modelos de difusión de innovaciones originales de la década de los sesenta pueden agruparse en dos grandes categorías: *modelos de difusión interna* (que consideran factores que cambian endógenamente) y *modelos de difusión externa* (que consideran factores que cambian exógenamente) (Rao & Kishore, 2010). En los modelos de difusión interna se asume que el coeficiente de difusión es influenciado por los adoptadores previos; en cambio, si la influencia de la difusión es externa, el coeficiente de difusión no se encuentra afectado por los adoptadores previos.

En un esfuerzo por integrar ambos enfoques y bajo el supuesto de que los factores endógenos y exógenos no son excluyentes, Bass (1969) propuso un modelo de influencia mixta, que combina las influencias interna y externa para representar el crecimiento de un nuevo producto en un mercado. El modelo de Bass tiene un alto impacto en la literatura, y es así como los modelos de difusión tradicionales se han basado en este marco teórico (Peres et al., 2010).

Los modelos actuales en difusión de innovaciones se han adaptado para describir los nuevos procesos que se evidencian; sin embargo, los modelos posteriores a los originales (influencia interna, externa y mixta) han sido modificaciones de los existentes agregando una mayor flexibilidad de diversas maneras (Meade & Islam, 2006).

2 Análisis bibliométrico

Según Norton (2000) la bibliometría es una medida de textos e información (Daim,

Rueda, Martin & Gerdtsri, 2006; Lee, Yoon & Park, 2009), un estudio cuantitativo de la literatura (Ding, Chowdhury & Foo, 2001). Introducida formalmente por Garfield (1955), puede afirmarse que la técnica del análisis bibliométrico recoge un conjunto de métodos matemáticos y estadísticos que se usan para analizar y medir la cantidad y calidad de libros, artículos y otras formas de publicaciones, cuyos resultados sirven para la toma de decisiones (Durieux & Gevenois, 2010; Rueda, Gerdtsri & Kocaoglu, 2007). Es así como los análisis bibliométricos ayudan a explorar, organizar y analizar gran cantidad de datos históricos, permitiendo encontrar patrones no evidentes útiles para el avance de las investigaciones y el desarrollo científico (Daim et al., 2006; Ding et al., 2001; Van Raan, 2005) e incluso, entender el pasado y potencialmente pronosticar el futuro (Daim et al., 2006).

2.1 La base de datos

El análisis bibliométrico se encuentra limitado por la información disponible (Rueda et al., 2007), de manera que es necesario que las fuentes de información sean confiables y adecuadas para realizar de manera eficiente cada fase de un análisis bibliométrico y lograr una toma de decisiones más acertada (Leon, Castellanos & Vargas, 2006). Por ello, evaluar cuál base de datos usar para medir la producción académica es un asunto de gran importancia (Norris & Oppenheim, 2007). Diversos indicadores se han propuesto para la evaluación de las bases de datos. Es así como los criterios de cobertura (Norris & Oppenheim, 2007; Walters, 2007); de desempeño, como la cantidad de citaciones de las publicaciones (Hall, 2011; Okubo, 1997); accesibilidad (Castrillón-Estrada, García-Domínguez & Anaya-Taborda, 2008; Schroter, 2006) y flexibilidad de los operadores de búsqueda (Savoy, 2005; Walters, 2007),

favorecen a las bases de datos ISI, SCOPUS y Google Scholar por encima de las demás bases de datos disponibles a la fecha, de manera que su uso en la literatura es frecuente (Hall, 2011).

2.2 *Los indicadores*

Una vez definida la información a utilizar, el primer paso para la elaboración de una bibliometría consiste en determinar con cuál indicador o conjunto de indicadores se realiza la evaluación deseada.

Se encuentran numerosos estudios de aplicaciones de análisis bibliométricos en campos específicos del conocimiento, orientados a la realización de un diagnóstico de una determinada área de investigación. Estudios puntuales para diversos campos del conocimiento, indicadores usados y la forma de interpretación puntual pueden verse en Chao, Yang & Jen (2007), Dalpé (2002), Rueda et al. (2007), Tan, Goudarzlou & Chakrabarty (2009), por mencionar algunos.

Sin embargo, pocos estudios se ocupan de describir la metodología que debe llevarse a cabo en la realización de un análisis bibliométrico, los indicadores que resultan de éste, su forma de cálculo, su representación gráfica más adecuada e interpretación (Van Raan, 2005). Es así como, a pesar de su aparente estabilidad y confiabilidad, los indicadores bibliométricos deben ser usados de forma cuidadosa (Durieux & Gevenois, 2010).

Pese a ello, existen algunos intentos destacados en temas metodológicos. Con base en el propósito del indicador, Durieux & Gevenois (2010) argumentan que existen tres tipos de indicadores bibliométricos: (1) de cantidad (miden la productividad), (2) de calidad (miden el impacto) y (3) estructurales (miden las conexiones). A su vez, teniendo en cuenta la unidad de análisis a la cual se refieren, Glanzel (2003) menciona

que existen tres niveles de agregación en los indicadores bibliométricos: (1) micro, cuya unidad de análisis es autor; (2) meso, cuya unidad de análisis es institución y (3) macro, cuya unidad de análisis es región o país. En cualquier caso, es conveniente tener presente que es recomendable hacer las mediciones bibliométricas a través de varios indicadores en lugar de usar uno solo (Durieux & Gevenois, 2010).

Los indicadores de cantidad miden la productividad de un investigador, revista o institución en términos del número de publicaciones; por ello, los indicadores número de publicaciones y número de publicaciones en las mejores revistas del campo, son de gran uso en la literatura como indicadores de cantidad (Durieux & Gevenois, 2010; Tan et al., 2009).

Los indicadores de calidad comúnmente usados están orientados a medir la frecuencia con que una publicación, un autor o una revista, son citados por otras publicaciones (número de citas). Estos indicadores pueden ser divididos entre el número de años que ha transcurrido desde que la publicación tuvo lugar, para obtener el número promedio de citas por año (Durieux & Gevenois, 2010).

Los indicadores estructurales miden la conectividad entre las publicaciones, los autores y las áreas del conocimiento, y suelen asociarse con la construcción y análisis de redes sociales, que han recibido el nombre de sociogramas (Rueda et al., 2007). Una red de coautores es un sociograma compuesto por un grupo de investigadores, quienes están conectados a otros investigadores si han sido coautores de al menos un artículo (Cheong & Corbitt, 2009). Dichas redes se componen de nodos (vértices) y enlaces; para el caso de un análisis bibliométrico, los nodos son los autores (personas que investigan y publican sus resultados) y los enlaces

representan coautorías. Barabási, Jeong, Néda, Ravasz, Schubert & Vicsek (2002) sugieren un análisis de la evolución temporal de los indicadores estructurales, con el fin de observar la formación y evolución de la red a través del tiempo, el ingreso de nuevos autores y el surgimiento de nuevas relaciones de colaboración.

La Tabla 1 presenta un listado de indicadores bibliométricos de cantidad, calidad y estructura, en su mayoría recopilados de los estudios revisados y de las orientaciones metodológicas encontradas.

3 Metodología: análisis bibliométrico del campo modelado de difusión de innovaciones

A continuación se presentan los detalles de la metodología empleada para la realización del análisis bibliométrico del campo modelado de difusión de innovaciones, así como los indicadores construidos, los resultados y su interpretación.

Atendiendo a las recomendaciones presentadas por los autores anteriormente reseñados, se eligió la base de datos SCOPUS para realizar la búsqueda de la información bibliográfica. A través de la literatura exploratoria consultada, se identificaron como términos equivalentes a *innovación* las expresiones *innovation*, *technology* y *product*, como términos equivalentes a *difusión* las expresiones *diffusion* y *penetration* y como términos equivalentes de *modelado* las expresiones *model* y *simulation* (cabe mencionar, con todas sus posibles variaciones).

La siguiente fue la ecuación de búsqueda usada, la cual arrojó un total de 816 registros:

TITLE(((technolog* W/3 diffusion) OR (technolog* W/3 penetration) OR (innovation* W/3 diffusion) OR (innovation* W/3 penetration*) OR (product* W/3 diffusion) OR (product* W/3 penetration)) AND (model* OR simulation*)) OR KEY(((technolog* W/3 diffusion) OR (technolog* W/3 penetration) OR (innovation* W/3 diffu-

sion) OR (innovation* W/3 penetration*) OR (product* W/3 diffusion) OR (product* W/3 penetration)) AND (model* OR simulation*)) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "SOCI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "BUSI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "COMP") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENGI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "DECT") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENVI") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "MATH") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "ENER") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "MULT")) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PSYC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "HEAL") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "NURS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "EART") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MULT") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "AGRI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PHYS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BIOC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MATE") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ARTS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PHAR") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "IMMU") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CHEM") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "DENT"))

La ecuación de búsqueda arrojó aquellos artículos que en su título o palabras clave contenían alguno de los términos equivalentes para *innovación* y alguno de los términos equivalentes para *difusión* separados entre ellos no más de tres palabras, y alguno de los términos equivalentes para *modelado* (sin importar su ubicación relativa). No se restringió a un período específico con el fin de capturar los indicadores durante todo el horizonte temporal para realizar un análisis dinámico de las redes, y se circunscribió a las áreas de conocimiento *Social Sciences*, *Business, Management and Accounting*, *Computer Science*, *Engineering*, *Decision Sciences*, *Environmental Science*, *Mathematics*, *Energy* y *Multidisciplinary*,³ por ser consideradas por los autores como áreas que desarrollan

3 Las traducciones para cada uno de estos términos son, respectivamente: ciencias sociales, negocios, administración y contaduría, ciencias de la computación, ingeniería, ciencias de decisión, ciencias ambientales, matemáticas, energía y multidisciplinarias.

Tabla 1. Listado de indicadores bibliométricos de cantidad, calidad y estructura

Tipo	Id	Nombre	Concepto
Indicadores de cantidad	C-An	Cantidad de publicaciones por año	Presenta una tendencia de la importancia del tema a lo largo del tiempo.
	C-A	Cantidad de publicaciones por autor	Permite encontrar los autores con mayor cantidad de publicaciones en el tema.
	C-R	Cantidad de publicaciones por revista	Permite encontrar la participación de cada revista en la divulgación de conocimiento en el tema.
	C-Ri	Cantidad de publicaciones por revista de interés	Permite encontrar la participación de cada revista de interés en la divulgación de conocimiento en el tema.
	C-P	Cantidad de publicaciones por país	Permite encontrar la participación de cada país en la generación de conocimiento en el tema.
	C-Id	Cantidad de publicaciones por idioma	Permite encontrar los idiomas con mayor participación en la divulgación de conocimiento en el tema.
	C-TP	Cantidad de publicaciones por tipo	Permite encontrar el tipo de publicaciones que se realizan en el tema (por ejemplo, ensayo, revisión de literatura, reporte técnico, etc.).
	C-In	Cantidad de publicaciones por institución	Permite encontrar las instituciones que participan en mayor medida en la generación de conocimiento alrededor del tema.
	C-CA	Cantidad de publicaciones por cantidad de autores	Permite encontrar la existencia o no de un Pareto de autores.
	C-CR	Cantidad de publicaciones por cantidad de revistas	Permite encontrar la existencia o no de un Pareto de revistas.
	C-CIn	Cantidad de publicaciones por cantidad de instituciones	Permite encontrar la existencia o no de un Pareto de instituciones.
	C-CP	Cantidad de publicaciones por cantidad de países	Permite encontrar la existencia o no de un Pareto de países.
	C-AC	Cantidad de publicaciones por área de conocimiento	Permite encontrar las áreas que más conocimiento generan alrededor del tema.
Indicadores de calidad	I-A	Cantidad de citas por autor	Permite encontrar los autores que mayor impacto han tenido en la investigación sobre el tema.
	I-R	Cantidad de citas por revista	Permite encontrar las revistas que mayor impacto han tenido en la divulgación de literatura sobre el tema.
	I-In	Cantidad de citas por institución	Permite encontrar las instituciones que mayor impacto han tenido en la generación de literatura sobre el tema.
	I-R(n)	Cantidad de citas por revista / cantidad de publicaciones por revista	Permite encontrar las revistas que mayor impacto han tenido en la divulgación de literatura sobre el tema, neutralizando el efecto de la cantidad de publicaciones.
	I-An(n)	Cantidad de citas por año / antigüedad / publicación	Permite encontrar los años de mayor productividad en la generación de conocimiento sobre el tema, neutralizando el efecto de la antigüedad y la cantidad de publicaciones.
Indicadores de estructura	E-N	Número de nodos	Cantidad de autores que conforman la red.
	E-D	Densidad de la red	Indica la intensidad de las conexiones en la red. 1: todos los autores se encuentran conectados entre sí. 0: no hay enlaces en la red.
	E-Dg	Distancia geodésica	Mínimo número de trayectos que hay que recorrer para ir de un autor a otro.
	E-Dm	Diámetro de la red	Máxima distancia geodésica existente en la red.
	E-Dc	Distancia característica esperada	Valor esperado de la distancia entre dos autores conectados (cantidad de autores en el medio).
	E-Cc	Número de componentes conectados	Cantidad de sub-redes conformadas. Indica el nivel de conectividad de la red.
	E-Pv	Número promedio de vecinos	Promedio de autores con los que se relaciona de forma directa un autor.

(continúa)

Tabla 1. Listado de indicadores bibliométricos de cantidad, calidad y estructura (continuación)

Tipo	Id	Nombre	Concepto
Indicadores de estructura	E-Ar	Grado de agrupamiento de la red	Indica qué tan robustas son las sub-redes de autores. A los autores conectados a más de dos vecinos se les asigna un valor de 0.
	E-Cr	Centralización de red	Indica el nivel de centralización o descentralización de una red. Compara el nivel de centralización de la red con una estrella ideal del mismo número de nodos.
	E-Hr	Heterogeneidad de red	Indica la tendencia de una red a contener autores ejes (centrarles en sub-redes).
	E-Na	Número de nodos aislados	Indica la cantidad de autores sin conexiones que contiene la red.
	E-CN	Componentes conectados por nodo	Indica el porcentaje de dispersión de los autores en subredes aisladas.
	E-NaN	Nodos aislados por nodo	Indica el porcentaje de dispersión de los autores en autorías independientes.

Fuente: Elaboración propia.

teoría al respecto de modelado de difusión de innovaciones.

3.1 Indicadores de cantidad

El Gráfico 1 presenta los indicadores bibliométricos de cantidad calculados para el tema modelado de difusión de innovaciones según la ecuación de búsqueda presentada anteriormente.

Los indicadores muestran un crecimiento exponencial en el interés sobre el tema modelado de difusión de innovaciones en los últimos años (aunque la línea de tendencia no sea tan pronunciada como resultado de las publicaciones de 2011, año en curso) (ver Gráfico 1.a). Asimismo, se pueden observar los diez investigadores que más publicaciones tienen sobre el tema, siendo el primero de ellos R.J. Kauffman, con cinco publicaciones (ver Gráfico 1.b). Al respecto, se nota que estos diez investigadores publican sólo el 2% de la producción académica en modelado de difusión de innovaciones (ver Gráfico 1.c). La revista con mayor cantidad de publicaciones en modelado de difusión de innovaciones es *Energy Policy*, con más 16 publicaciones, no muy lejos de su siguiente *Information & Management*, con 12 publicaciones (ver Gráfico 1.d); las diez revistas con mayor cantidad de

publicaciones son responsables del 12% de las publicaciones en modelado de difusión de innovaciones.

Por otro lado, diez países generan el 80% de la producción científica sobre MDI, destacándose entre ellos Estados Unidos y China como responsables de la mitad de las publicaciones. Sin embargo, debe tenerse presente que este indicador puede estar sesgado por la ecuación de búsqueda usada y, además, por el buscador seleccionado.

Esta misma lógica aplica para el indicador de publicaciones por idioma; según este último, el 97% de las publicaciones se hace en idioma inglés, y la participación de los demás idiomas en la difusión del conocimiento en el tema es mínima (ver Gráfico 1.e). Sin embargo, y como se explicó anteriormente, es posible que publicaciones en otro idioma, provenientes de otros países, hayan quedado por fuera de la ecuación de búsqueda o no estén dentro de la base de datos del buscador utilizado. El 59% de las publicaciones corresponden a artículos y 37% son artículos presentados en conferencias (*conference papers*); la participación de los demás tipos de publicaciones en la difusión del conocimiento en modelado de difusión de innovaciones es de menos del 5% (ver Gráfico 1.e). Ello puede ser

Gráfico 1.a. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por año

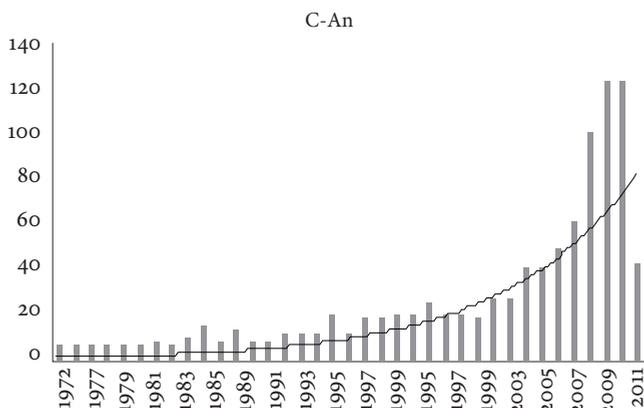


Gráfico 1.b. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por autor

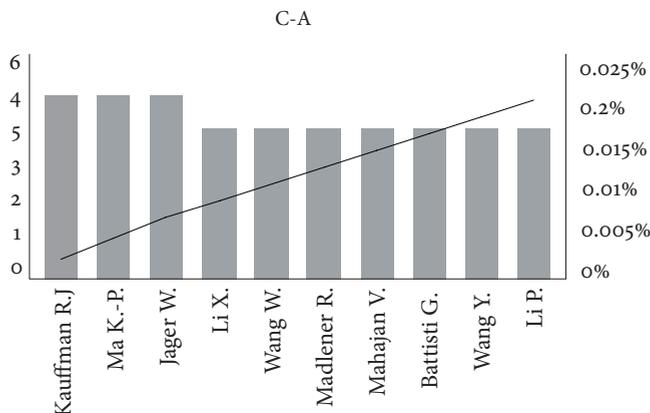


Gráfico 1.c. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por revista

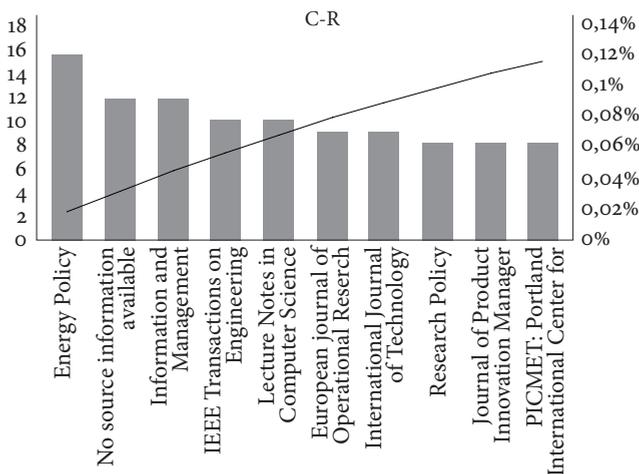


Gráfico 1.d. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por país
C-P

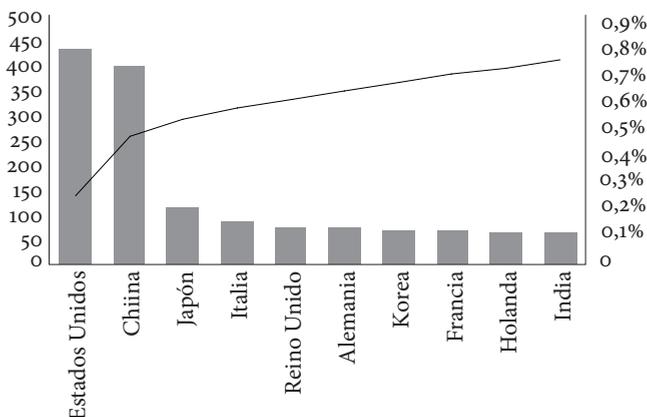
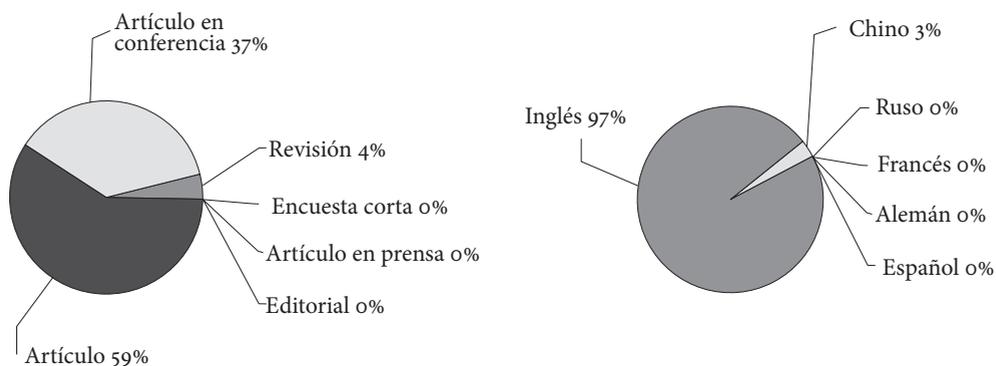


Gráfico 1.e. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por tipo e idioma
C-T C-Id



un indicador de la relevancia actual del tema y la continua difusión del conocimiento en conferencias y eventos similares.

Las diez instituciones con mayor cantidad de artículos son responsables del 13% de la producción académica en modelado de difusión de innovaciones (ver Gráfico 1.f), siendo entre ellas Harbin Institute of Technology aquella con una cantidad mayor (nueve publicaciones). Asimismo, de las áreas de conocimiento limitadas en la ecuación de búsqueda, son las áreas de ingeniería y ciencias de la computación las dos áreas con mayor cantidad de publicaciones (42% entre ambas) (ver Gráfico 1.g). Sobresale el hecho

que si bien la revista con mayor cantidad de publicaciones (*Energy Policy*) está adscrita al campo de conocimiento energía, dicho campo se encuentra de sexto en cantidad de publicaciones en modelado de difusión de innovaciones, evidenciando que esta revista quizá sea de las pocas dentro de esta área que publiquen sobre el tema.

Las publicaciones son originadas por 1.778 autores (autores principales o coautores); 1.377 de ellos (es decir, el 77%) generan el 80% de las publicaciones, de manera que no es posible encontrar un Pareto de autores que acote el conocimiento. Adicionalmente, la información con la cual se construyó la

Gráfico 1.f. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por institución

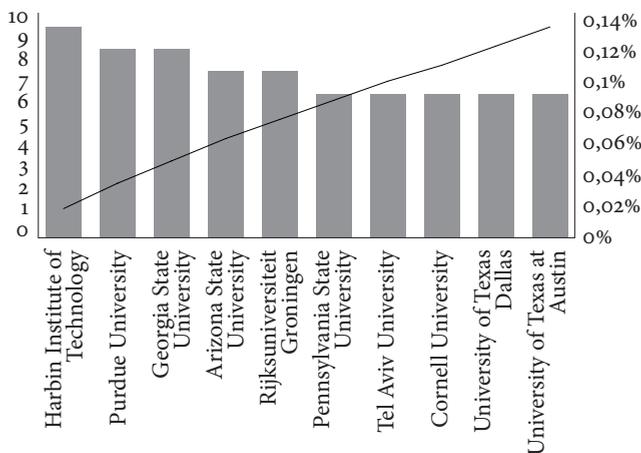
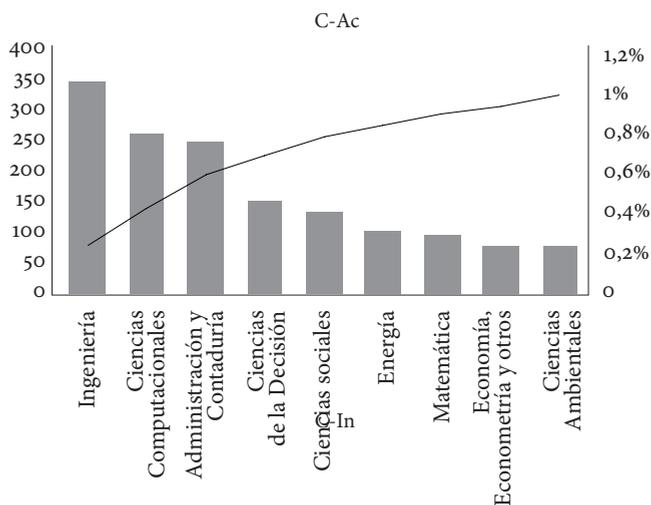


Gráfico 1.g. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por área de conocimiento



gráfica revela que el 90% de los autores (1.605) tienen una única publicación en el tema (ver Gráfico 1.h).

Del mismo modo, se identificaron 482 revistas diferentes que difunden las publicaciones (ver Gráfico 1.i); 320 de estas revistas (66,3%) difunde el 80% de las publicaciones, es decir que, igual que sucede con los autores, no es posible acotar la búsqueda de información relevante evaluando sólo unas

cuantas revistas producto de este análisis; adicionalmente, el 71% de las revistas tiene una única publicación en el tema, reforzando la dispersión en la divulgación del conocimiento. Conclusiones similares se obtienen cuando se observa que el 66% de las instituciones (ver Gráfico 1.j) y el 67% de las áreas de conocimiento generan el 80% de las publicaciones (ver Gráfico 1.k), no siendo posible acotar la búsqueda por

Gráfico 1.h. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por cantidad de autores

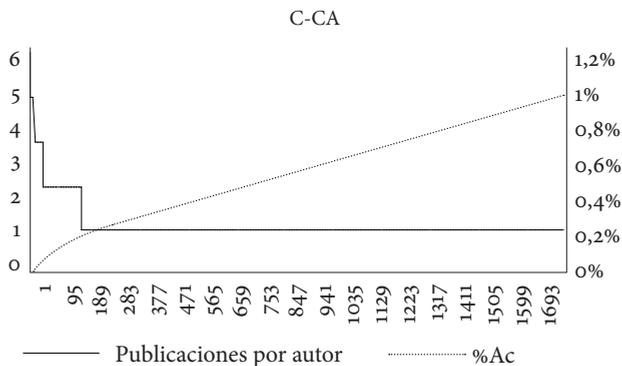


Gráfico 1.i. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por cantidad de revistas

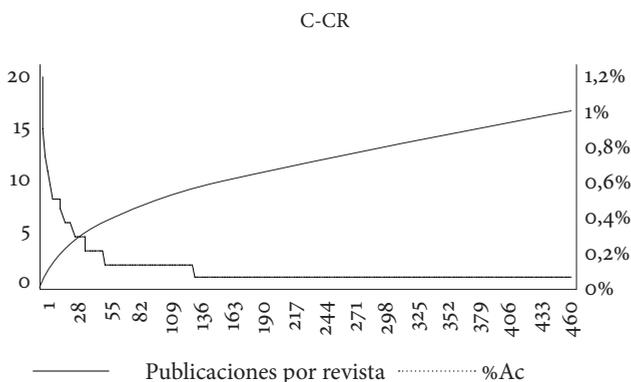


Gráfico 1.j. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por cantidad de instituciones

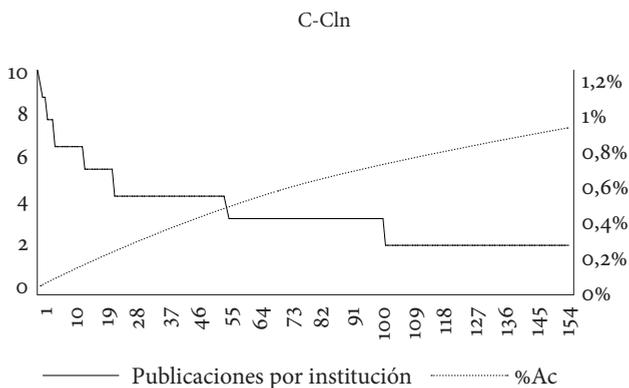
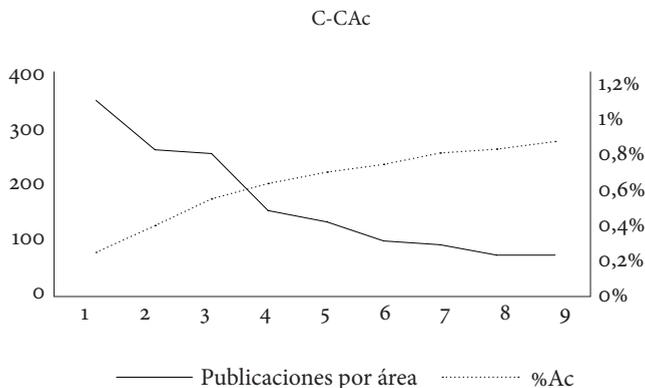


Gráfico 1.k. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por cantidad de áreas



institución o áreas. Quizá el hecho de que el 17,5% de los países genere el 80% de las publicaciones ayude a refinar las búsquedas (ver Gráfico 1.l), pero el indicador de países sigue siendo lo suficientemente amplio para lograr este fin.

3.2 Indicadores de calidad

El Gráfico 2 presenta los indicadores bibliométricos de cantidad calculados para el tema modelado de difusión de innovaciones según la ecuación de búsqueda presentada anteriormente.

Con los indicadores de calidad es posible encontrar los diez autores con mayor cantidad de citaciones en el tema; en este sentido, D.W. Straub y D. Gefen son los de mayor cantidad de citaciones, con 417 cada uno (ver Gráfico 2.a). Ninguno de los diez autores con mayor cantidad de publicaciones aparece en la lista de los autores con mayor cantidad de citaciones, reflejando su alta participación pero poco impacto en la generación de conocimiento (ver Gráfico 1.b). En cambio, la revista con mayor cantidad de citaciones, *Information & Management*, con 872 citaciones (ver Gráfico 2.b), es también la tercera revista con mayor cantidad de publi-

caciones (12), reflejando su alta participación e impacto en la divulgación de conocimiento en el modelado de difusión de innovaciones. Un caso similar es el de la revista *IEEE Transactions on Engineering Management*, la cual es la décima más citada y, a su vez, la tercera con mayor cantidad de publicaciones. La revista *Energy Policy*, la cual es la revista con mayor cantidad de publicaciones, no aparece en este nuevo listado (ocupa el puesto 21 con 69 citaciones). La revista *MIS Quarterly: Management Information Systems* es la segunda revista más citada (564 citaciones), y no aparece en el listado de las diez revistas que más publican por tener sólo tres publicaciones (ocupa el puesto 56). Ello muestra que si bien esta revista no difunde una gran masa de conocimiento, aquel que difunde tiene gran impacto en la literatura sobre modelado de difusión de innovaciones.

Los dos indicadores anteriores se encuentran afectados de forma proporcional y directa por la cantidad de publicaciones de los autores y las revistas. Por ello, al dividir las citaciones entre la cantidad de publicaciones y encontrar la cantidad de citaciones por publicación, se obtienen resultados más exactos sobre el impacto de autores y revis-

Gráfico 1.l. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de publicaciones por cantidad de países

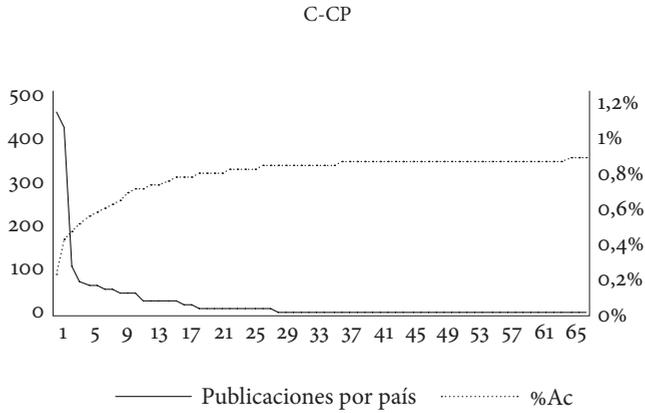


Gráfico 2.a. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de citaciones por autor

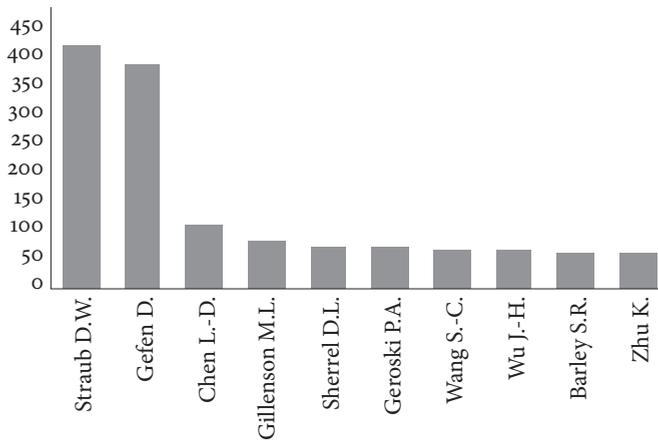
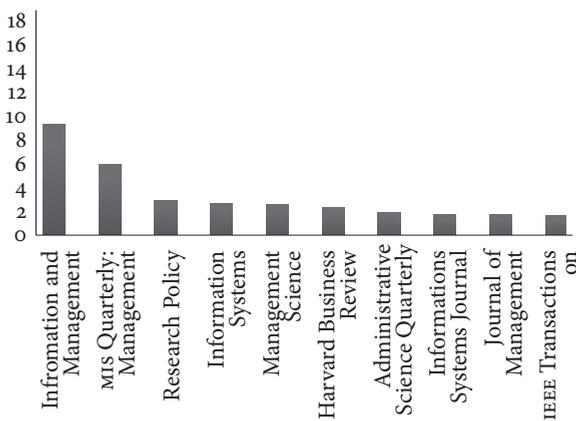


Gráfico 2.b. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de citaciones por revista



tas en el tema del modelado de difusión de innovaciones. En este sentido, D.W. Straub D.W. y D. Gefen son los de mayor cantidad de citaciones por publicación pese a que sólo tienen una (y es en común) (ver Gráfico 2.c). Este listado comparte autores con el listado de los diez autores más citados, como P.A. Geroski y S.-C. Wang, pero también integra autores que no aparecieron en los dos listados anteriores, como W. Brenner y M. Keil, reflejando su poca participación pero gran impacto por publicación.

Respecto a las revista *Administrative Science Quarterly*, que aparecía de séptima en el listado de las más citadas (ver Gráfico 2.d) y de 461 en el listado de las de mayor cantidad de publicaciones por haber publicado un único artículo sobre modelado de difusión de innovaciones, esta registra la mayor cantidad de citaciones por publicación; mientras que la revista *Information & Management* ocupa el octavo lugar, reflejando una ligera distorsión entre los dos listados anteriores corregida al ponderar su cantidad de citaciones entre la cantidad de artículos publicados. Un caso similar, aunque más radical, ocurre con la revista *IEEE Transactions on Engineering Management*, la cual ocupa el puesto 35 esta vez.

Los años 1997, 2002, 2005 y 2006 son de gran impacto en la literatura, así como los clásicos de 1986 y 1990 son los más citados de ellos (ver Gráfico 2.e). Sobresale que de las pocas citaciones que tienen los artículos publicados en las décadas de los setenta y ochenta, pese a corresponder a los primeros modelos desarrollados en difusión de innovaciones, como señala la literatura.

3.3 Indicadores de estructura

El mapa topológico de la red de autores en el modelado de difusión de innovaciones se presenta en el Gráfico 3. De los 1.778 autores que han publicado artículos sobre el tema, 132 (7,4%) lo han hecho de manera aislada, 475 (26,7%) publican en parejas, 917 (51,6%) hacen parte de pequeños grupos (entre tres y seis autores) y 254 (14,3%) conforman 26 grandes grupos (de siete o más autores), reflejando así una gran dispersión de comunidades en el campo del MDI que se relacionan poco entre sí.

El color de los nodos de la red (autores) va del gris al negro, siendo más oscuro cuanto mayor cantidad de publicaciones tenga asociado el nodo; es decir, se observa que los autores con mayor cantidad de publicaciones tienden a publicar en pequeñas

Gráfico 2.c. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de citaciones por revista

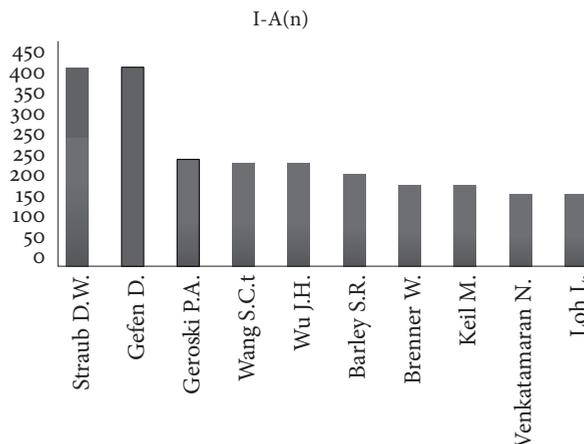


Gráfico 2.d. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de citaciones por revista/cantidad de publicaciones por revista

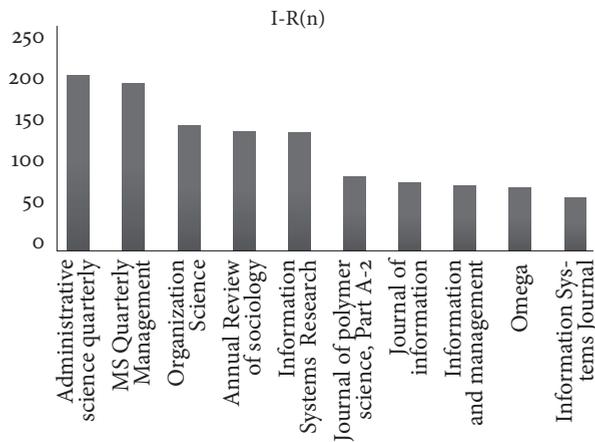
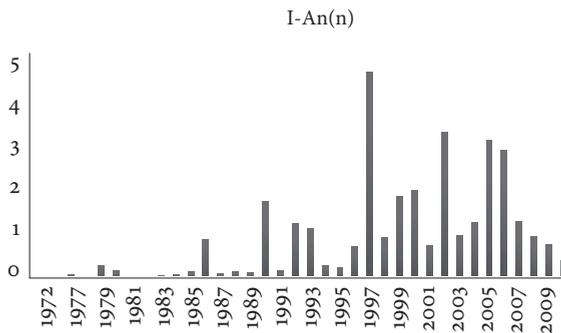


Gráfico 2.e. Indicadores bibliométricos para MDI – Cantidad de citaciones por año/antigüedad/publicación



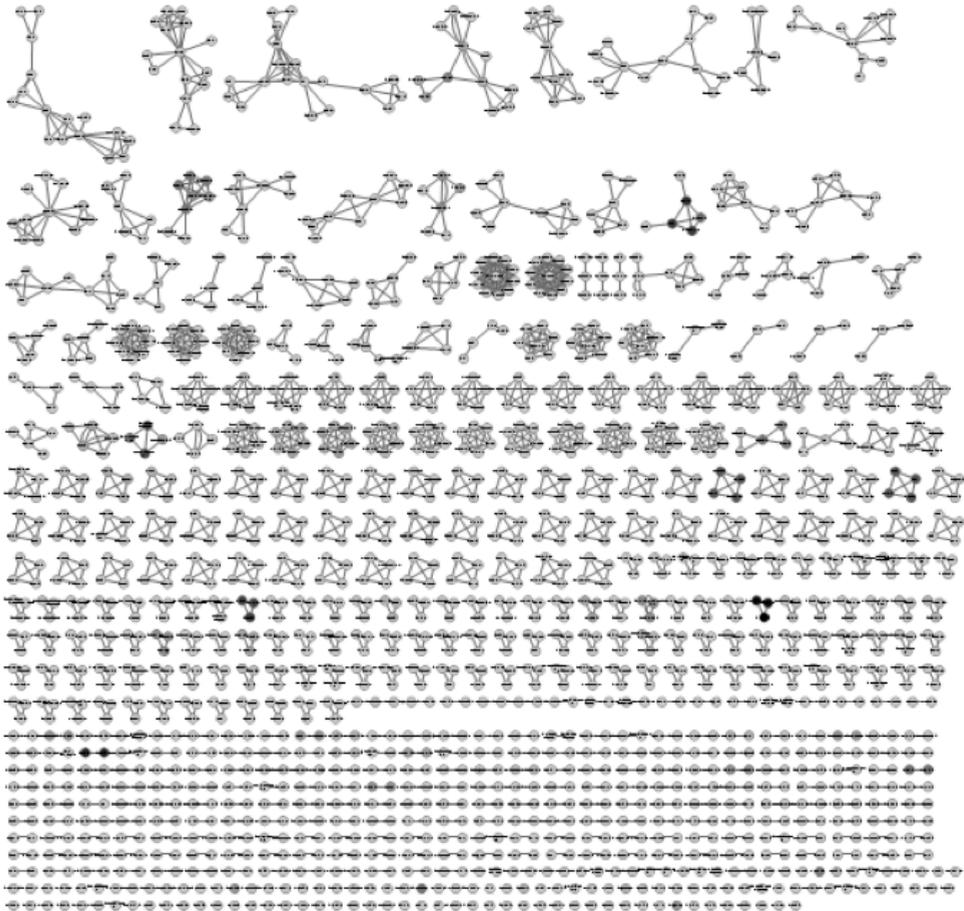
redes (parejas o tríos), mientras que las redes de gran cantidad de autores, en general, tienen pocos autores con grandes cantidades de publicaciones. La Tabla 2 presenta los indicadores de estructura calculados para la red en mención.

Para realizar un análisis dinámico temporal de los indicadores de estructura se dividió la ventana de tiempo (1972-2011) en siete períodos correspondientes a los últimos años transcurridos. Los indicadores para cada período se calculan de manera acumulativa

incluyendo toda la información publicada desde el año de inicio (1972) hasta el último año del período. El Gráfico 4 presenta los gráficos de los indicadores de estructura expuestos en la Tabla 2 y su evolución en el tiempo según los períodos considerados.

Se puede apreciar un incremento en el número de autores, de sub-redes aisladas y de autores independientes a lo largo del período analizado, pero dado que la tasa de crecimiento de los autores es mayor que la tasa de crecimiento de las sub-redes aisladas

Gráfico 3. Mapa topológico de la red de autores de modelado de difusión de innovaciones



Fuente: Elaboración propia.

y los nodos independientes, el cociente entre estos pares de cantidades (componentes por nodo y nodos independientes por nodo) se va reduciendo (es decir, la proporción de redes aisladas y de autores aislados disminuye), mostrando que los autores nuevos en el campo se van adheriendo a redes previamente conformadas en lugar de entrar como investigadores independientes.

Se observa un incremento en el diámetro de la red en el 2008-2009, lo que refleja el surgimiento de sub-redes de mayor tamaño y poca densidad entre ellas. Este indicador

es consistente con el grado de agrupamiento, el cual aumenta en el tiempo mostrando que los nuevos investigadores se adhieren a las redes previas y hacen que las sub-redes se hagan más robustas, evidenciando la formación de redes de mayor tamaño.

La densidad de la red, que refleja la intensidad de las conexiones entre los autores de toda la red, se reduce en el tiempo, mostrando que si bien los nuevos investigadores se adhieren a las redes previas, se relacionan con muy pocos de los investigadores que las componen, teniendo un mayor impacto la

Tabla 2. Valores de los indicadores de estructura para el campo MDI

Id	Indicador / fechas	Período						
		1	2	3	4	5	6	7
		1972-2005	1972-2006	1972-2007	1972-2008	1972-2009	1972-2010	1972-2011
E-N	Número de nodos	719	818	951	1.163	1.403	1.685	1.778
E-D	Densidad de la red	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
E-Dm	Diámetro de la red	3	3	3	3	5	5	5
E-Dc	Distancia característica esperada	1,060	1,113	1,101	1,110	1,231	1,340	1,398
E-Cc	Número de componentes conectados	300	332	380	461	539	620	642
E-Pv	Número promedio de vecinos	2,206	2,220	2,282	2,244	2,218	2,300	2,315
E-Ar	Grado de agrupamiento de la red	0,544	0,562	0,569	0,569	0,571	0,592	0,599
E-Cr	Centralización de red	0,011	0,010	0,008	0,007	0,006	0,006	0,005
E-Hr	Heterogeneidad de red	0,883	0,845	0,865	0,837	0,802	0,770	0,758
E-Na	Número de nodos aislados	72	86	94	109	118	130	132
E-CN	Componentes conectados por nodo	0,417	0,406	0,400	0,396	0,384	0,368	0,361
E-NaN	Nodos aislados por nodo	0,100	0,105	0,099	0,094	0,084	0,077	0,074

Fuente: Elaboración propia.

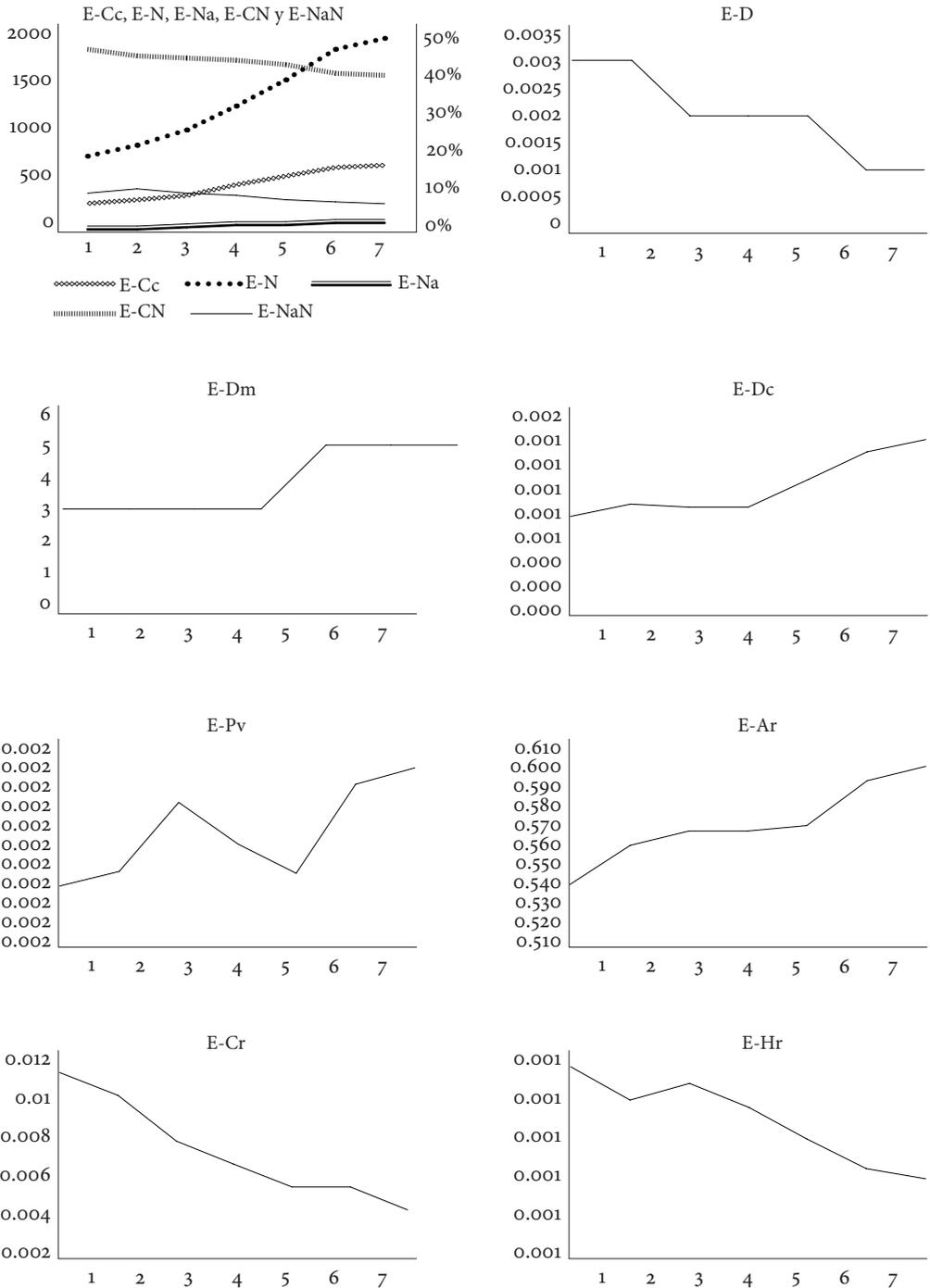
cantidad de nuevos investigadores que la cantidad de relaciones logradas.

El constante aumento de la distancia característica esperada viene como consecuencia de la disminución en la densidad de la red, en la medida en que la cantidad de autores promedio entre un par de autores

aumenta cuando los nuevos investigadores se agregan a las redes estableciendo pocas relaciones con los autores que las conforman.

Por otro lado, el indicador de centralización de red disminuye, reflejando el surgimiento de una mayor cantidad de redes aisladas con el tiempo; esto puede deberse

Gráfico 4. Indicadores bibliométricos de estructura para MDI



Fuente: Elaboración propia.

a un interés cada vez más desagregado en el campo del conocimiento en mención, lo cual lleva a la ausencia de autores líderes en el campo, como lo refleja la falta de Pareto en instituciones y autores mencionada en los indicadores de cantidad. Este indicador es consistente con el indicador de heterogeneidad, el cual disminuye con el tiempo, evidenciando la poca tendencia de la red a presentar autores que sean nodos de centralidad.

Por último, el número promedio de vecinos es oscilante, como consecuencia de dos fuerzas que crean tensión: la primera que causa una tendencia al aumento gracias a la disminución del número de autores aislados, y la segunda que causa una tendencia a la disminución, consecuencia de las pocas relaciones que establecen los nuevos autores. Parece ser que la segunda logra superar a la primera (al reemplazar autores con cero conexiones por autores de mínimo una conexión) y se puede ver una tendencia creciente en el tiempo.

4 Conclusiones

El campo MDI ha tenido un gran crecimiento desde sus inicios en la década de los sesenta, en especial en los últimos años. Los años 1997, 2002, 2005 y 2006 son de gran impacto en la literatura, así como los clásicos de 1986 y 1990 son los más citados de ellos.

La producción académica se encuentra centralizada en unos pocos países y en el idioma inglés. El tema es de relevancia actual y continua su investigación pues parte importante de su difusión se hace en congresos y encuentros similares. El conocimiento generado en el tema es de gran dispersión y se encuentra disseminado entre las instituciones, las revistas y los autores, de manera que no es posible acotarlo a ninguno de es-

tos, pretendiendo con ello abarcar una parte importante del conocimiento en el campo.

Los autores con mayor cantidad de publicaciones no son los autores más citados, evidenciando la poca correlación entre cantidad e impacto de los investigadores en el tema. Algunas revistas comparten esta situación, aunque en otras la situación es contraria. Los autores nuevos en el campo se van adhiriendo a redes previamente conformadas en lugar de entrar como investigadores independientes, conformando redes de mayor tamaño; sin embargo, la cantidad de relaciones que establecen con los investigadores que pertenecen a estas redes es cada vez menor, haciendo más difícil la interrelación entre un par cualquiera de autores. Se evidencia una ausencia de patrones que indiquen la presencia de autores líderes en el campo y, en cambio, se registra el surgimiento de un interés cada vez más desagregado en el campo del conocimiento en mención.

Los desafíos no son pocos. Inicialmente, es necesario un análisis que compare los indicadores de calidad, cantidad y estructura del modelo de difusión de innovaciones con indicadores similares dentro de un campo de conocimiento más amplio que abarque esta área (como el campo del modelado, en general, ingeniería o mercadeo); este tipo de estudios puede establecer referentes sobre los cuales comparar los indicadores obtenidos, de manera que los juicios sobre los mismos tengan un sustento más asible.

El análisis realizado dejó por fuera consideraciones sobre minería de texto. Un análisis que integre este componente sería útil en la medida en que refleje los temas actuales en el campo y sitúe cada uno de los temas ya abordados en un horizonte temporal. Adicionalmente, combinado con ajustes de curvas de difusión, el análisis de texto

podría dar orientaciones sobre los temas en surgimiento y su posible evolución en el tiempo, de manera que se obtengan luces sobre campos emergentes que conduzcan los estudios venideros y orienten los nuevos recursos para investigación.

La investigación puede enriquecerse, de igual modo, a través de la construcción de redes de palabras clave y analizando su evolución en tiempo de la misma manera que se hace con las redes de autores, de forma tal que sea posible encontrar grupos de temas afines y descubrir la forma como se conectan entre sí. Asimismo, este análisis puede dar cuenta de cómo se inserta un tema emergente en los paradigmas temáticos ya constituidos en el campo, y el efecto que tiene el mismo en ellos.

Referencias bibliográficas

- Balci, O. (2001). A Methodology for certification of Modeling and Simulation Applications. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 11(4), 352-377.
- Barabási, A.L., Jeong, H., Néda, Z., Ravasz, E., Schubert, A. & Vicsek, T. (2002). Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 311(3-4), 590-614.
- Bass, F.M. (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 15(5), 215-227.
- Castrillón-Estrada, J.A., García-Domínguez, J.C. & Anaya-Taborda, M. (2008). Databases, search engines and indexes: key tools for medical practice. *Revista Salud Uninorte*, 24(1), 96-119.
- Chao, C.C., Yang, J.M. & Jen, W.Y. (2007). Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005. *Technovation*, 27(5), 268-279.
- Cheong, F. & Corbitt, B.J. (2009). A social network analysis of the co-authorship network of the Pacific Asia Conference on Information Systems from 1993 to 2008. *PACIS 2009 Proceedings*, 23.
- Daim, T.U., Rueda, G., Martin, H. & Gerdtsri, P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(8), 981-1012.
- Dalpé, R. (2002). Bibliometric analysis of biotechnology. *Scientometrics*, 55(2), 189-213.
- Ding, Y., Chowdhury, G.G. & Foo, S. (2001). Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis. *Information processing & management*, 37(6), 817-842.
- Durieux, V. & Gevenois, P.A. (2010). Bibliometric Indicators: Quality Measurements of Scientific Publication 1. *Radiology*, 255(2), 342.
- Frost, M.D. (1919). The Epidemiology of Influenza. *Journal of the American Medical Association*, 73(5), 313-318.
- Garfield, E. (1955). Citation Indexes for Science. *Science*, 122(3159), 108-111.
- Gilbert, N. & Troitzsch, K.G. (2005). *Simulation for the Social Scientist* (2ª ed.). Berkshire, UK: McGraw-Hill.
- Glanzel, W. (2003). *Bibliometrics as a research field. A course on theory and application of bibliometric indicators*, Magyar Tudományok Akadémia, Course Handouts. Disponible en http://nsdl.niscair.res.in/bitstream/123456789/968/1/Bib_Module
- Hall, M. (2011). Publish and perish? Bibliometric analysis, journal ranking and the assessment of research quality in tourism. *Tourism Management*, 32(1), 16-27.
- Kemp, R. & Volpi, M. (2008). The diffusion of clean technologies: a review with sug-

- gestions for future diffusion analysis. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), S14–S21.
- Lee, S., Yoon, B. & Park, Y. (2009). An approach to discovering new technology opportunities: Keyword-based patent map approach. *Technovation*, 29(6-7), 481–497.
- Leon, A.M., Castellanos, O.F. & Vargas, F.A. (2006). Evaluating, selecting and relevance software tools in technology monitoring. *Ingeniería e Investigación*, 26(1), 92–102.
- MacVaugh, J. & Schiavone, F. (2010). Limits to the diffusion of innovation: A literature review and integrative model. *European Journal of Innovation Management*, 13(2), 197–221.
- Meade, N. & Islam, T. (2006). Modeling and forecasting the diffusion of innovation-A 25-year review. *International Journal of Forecasting*, 22(3), 519–545.
- Montalvo, C. & Kemp, R. (2008). Cleaner technology diffusion: case studies, modeling and policy. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), S1–S6.
- Norris, M. & Oppenheim, C. (2007). Comparing alternatives to the Web of Science for coverage of the social sciences' literature. *Journal of Infometrics*, 1(2), 161–169.
- Norton, M. (2000). *Introductory concepts in information science*. Asis Monograph Series. Medford, NJ: Information Today.
- OECD. (2005). *Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. Paris: Autores.
- Okubo, Y. (1997). Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples. *OECD Science, Technology & Industry Working Papers*, 1-70.
- Peres, R., Muller, E. & Mahajan, V. (2010). Innovation diffusion and new product growth models: A critical review and research directions. *International Journal of Research in Marketing*, 27(2), 91-106. doi:10.1016/j.ijresmar.2009.12.012
- Rao, K.U. & Kishore, V.V.N. (2010). A review of technology diffusion models with special reference to renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 1070-1078.
- Rueda, G., Gerdri, P. & Kocaoglu, D.F. (2007). Bibliometrics and Social Network Analysis of the Nanotechnology Field. *Management of Engineering and Technology, Portland International Center for*, 2905–2911.
- Savoy, J. (2005). Bibliographic database access using free-text and controlled vocabulary: an evaluation. *Information processing & management*, 41(4), 873–890.
- Schroter, S. (2006). Importance of free access to research articles on decision to submit to the BMJ: survey of authors. *BMJ*, 332(7538), 394-396. doi:10.1136/bmj.38705.490961.55
- Tan, K.C., Goudarzou, A. & Chakrabarty, A. (2009). Bibliometric analysis of service science research: Focus on contribution from Asia. *Industrial Engineering and Engineering Management*, 2009. *IEEM 2009. IEEE International Conference on*, 1273–1276.
- Van Raan, A.F.J. (2005). Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. *Scientometrics*, 62(1), 133–143.
- Walters, W.H. (2007). Google Scholar coverage of a multidisciplinary field. *Information Processing & Management*, 43(4), 1121–1132.