

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre Innovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

Desarrollo de la Convergencia Tecnológica: una mirada desde el análisis bibliométrico

Eduardo Robles Belmont

Universidad Nacional Autónoma de México, IIMAS, DMMSS, México
roblesbelmont@yahoo.fr

Leandro Lepratte

Universidad Tecnológica Nacional, GIDIC FRCU LOI, Argentina
llepratte@gmail.com

Resumen

El estudio de la convergencia tecnológica (CT) ha cobrado relevancia en los últimos años en diferentes campos disciplinares y multidisciplinares, en particular relacionados con las nanotecnologías, las biotecnologías, las tecnologías de información y comunicación y las ciencias cognitivas. Sin embargo, el uso del concepto es anterior a los usos actuales del concepto que ha servido para ir conformando un ámbito interdisciplinar que relaciona las disciplinas antes mencionadas con otras que se han incorporado al uso de las mismas como son: la gestión y administración de la tecnología, economía y estudios filosóficos y sociales sobre la ciencia y tecnología.

El presente estudio, presenta avances de resultados de un trabajo que tiene por objetivo describir y analizar la evolución del estudio de la CT en la literatura científica y explorar el papel de las diferentes disciplinas científicas en la evolución de la misma.

Para tal cometido se utilizaron herramientas de análisis bibliométrico, exponiéndose resultados preliminares sobre tipología de publicaciones, disciplinas y redes de disciplinas, países relacionados con el concepto de CT.

En las conclusiones se plantean líneas para profundizar el análisis efectuado, dejando esbozada una agenda de discusión en términos teóricos y metodológicos con alcances para las políticas de CT+I y enfoques sobre gestión del conocimiento y la tecnología.

Palabras clave

Convergencia Tecnológica; Tecnologías Convergentes; Bibliometría.

1 Introducción

El fenómeno de la Convergencia Tecnológica (CT) cobra relevancia en los últimos años a partir de estudios académicos, redes de investigadores, gestores tecnológicos y formuladores de políticas de ciencia, tecnología e innovación. En sentido amplio y aún difuso, hace referencia a procesos de innovación y efectos de cambios tecnológicos, económicos y sociales generados por las potenciales interacciones entre nanociencias y nanotecnologías, biotecnologías, TIC y ciencias cognitivas (Bainbridge & Roco, 2016; Lee, Park, & Kang, 2018) también denominadas NBCI. La CT, es también una meta de las políticas en las economías y sociedades basadas en el conocimiento, ya

que supone la emergencia de nuevas tecnologías que se integran en las interfaces de las NBCI, buscando dar soluciones transversales a problemas sociales, productivos, naturales y de espacio generando nuevos ámbitos cognitivos, de investigación e ingenierías (Jeong, Kim, & Choi, 2015; Stezano, Casalet, & De Gortari, 2017)

En la literatura académica no hay una definición de CT consensuada, sin embargo, existe un debate sobre este concepto. Stezano (2017) identifica dos grandes temáticas de investigación en la literatura sobre al concepto de convergencia: a. interdisciplina y convergencia y b. gestión empresarial y tecnológica y convergencia. En la primera temática, Stezano señala la distinción entre la convergencia científica y la convergencia tecnológica, donde resalta las virtudes anunciadas de la convergencia, así como la fragilidad del concepto, cuestión esta que ha sido manifestada por diferentes autores (Jeong, Kim, & Choi, 2015).

El concepto de convergencia tecnológica (CT) aparece inicialmente enunciado por Samuel Weber en un artículo de 1967 en la revista *Electronics* (Weber, 1967). Desde ahí, y hasta principios del siglo XXI, diversos autores la consideran como mera estilización teórica de una trayectoria o proceso de cambio tecnológico en la industria, en especial vinculada con el análisis de ciertos fenómenos del campo TIC (Farber & Baran, 1977; Lind, 2004) o como promesas de oportunidades para generar nuevos modelos de negocios (Bohlin, Brodin, Lundgren, & Thorngren, 2000). Algunos autores plantean periodizaciones para entender la evolución de este fenómeno, una que va desde 1975 al 1990, denominada de “fusión tecnológica” en relación con la emergencia de la mecatrónica y la optoelectrónica y el modelo de gestión empresarial japonés. Entre 1990 y el 2000, se lo denomina el período de la “modularización” en relación a los drásticos cambios producidos por la industria de la computación, sus componentes y la combinación de estos e impacto en la organización horizontal de la producción a escala global, mientras que hacia la década del 2000, se utiliza el concepto de “convergencia tecnológica” para referirse al impacto de la revolución digital que da lugar a la unión entre telecomunicaciones, TIC, internet y electrónica de consumo, influyendo en una nueva generación de productos y servicios que se integran entre diferentes industrias y tecnologías a través de procesos de innovación (Chang, Miles, & Hung, 2014; Kodama, 2014).

Es a partir de estudios recientes basados en el análisis de publicaciones científicas, patentes y del tipo technological forecasting (Curran, 2013; Curran & Leker, 2011; M.-S. Kim & Kim, 2012), que la Convergencia Tecnológica (CT), cobra relevancia como proceso de cambio tecnológico e impulsor de innovaciones con carácter irreversible. Sin embargo, la literatura especializada plantea que el campo de estudios sobre CT se encuentra aún en consolidación (Hacklin, 2007; Stezano et al., 2017) y, por tanto, la definición sobre CT también continúa siendo debatida (Lind, 2004). En muchos casos se utiliza para dar cuenta de este fenómeno otras nociones: fusión, emergencia, cross-fertilization, e hibridización de tecnología, que en definitivas coinciden en una creciente tendencia a borrar los límites (efectos transfronterizos) entre ciencia, tecnologías, mercados e industrias (Curran & Leker, 2011; Lind, 2004; Phaal, O’Sullivan, Routley, Ford, & Probert, 2011).

Desde el punto de vista teórico-metodológico, el estudio sobre Convergencia Tecnológica (en sentido amplio) hasta entrado el Siglo XXI, se ha centrado en considerarla como una especie de “síntoma” u emergente, y estas perspectivas no han variado significativamente hasta la actualidad (Amaro Rosales & Robles Belmont, 2013) donde los estudios sobre CT se han centrado en el análisis del fenómeno en base a patentes y publicaciones para establecer mediciones e indicadores de convergencia de conocimientos científicos y desarrollos tecnológicos donde se encuentran implicadas las NBIC, y efectuar a partir de estos, ejercicios de technological forecasting (Curran & Leker, 2011; M.-S. Kim & Kim, 2012). También proliferan los análisis cuantitativos de fusiones empresariales (Caviggioli, 2016), o ciertos comportamientos intersectoriales y prominentes acercamientos entre tecnologías relacionadas con diferentes sectores y/o productos (Geum, Kim, & Lee, 2016). Otros estudios se han interesado en dar cuenta de las dinámicas de los procesos de convergencia (Miège & Vinck, 2012), como así también se ha generado un corpus de conocimiento orientado a la gestión de la convergencia en relación a la tecnología y los mercados, con implicancias para las políticas de Ciencia y Tecnología (Hacklin, 2007).

En sentido amplio la Convergencia Tecnológica (CT) puede ser caracterizada como: convergencia científica, que emerge desde diferentes disciplinas o áreas del conocimiento; convergencia tecnológica propiamente dicha, que combina tecnologías de diferentes ámbitos de aplicación; y convergencia industrial que une partes de empresas con diferentes bases tecnológicas y campos de aplicación, con necesidades de grupos consumidores en diferentes mercados (Curran, 2013). Además del ámbito académico, organismos internacionales también han utilizado el concepto como la OECD (1992), que mencionan a la CT como la desaparición de los límites entre las regulaciones y la técnica que impacta en sectores de la economía o como los crecientes solapamientos entre tecnologías, servicios y firmas que se dan en diferentes sectores económicos.

El presente artículo tiene por cometido general, analizar y caracterizar: ¿cómo ha evolucionado el estudio de la CT en la literatura científica? (RQ1) considerando una serie de dimensiones tales como: tipos de publicaciones, disciplinas, países y cooperación en publicaciones. Y en particular pretende dar respuesta a la pregunta sobre: ¿cuál ha sido el papel de las diferentes disciplinas científicas en la evolución de la literatura sobre convergencia tecnológica? (RQ2). Esta última cuestión conecta a los resultados obtenidos con la discusión sobre el concepto de CT y la conformación de un dominio de producción de conocimientos de carácter sociotécnico, lo que resulta relevante para ser discutido en el marco de los estudios sociales de la tecnología, como así también en el de la gestión tecnológica y de la innovación.

2 Metodología

Este estudio está basado en un enfoque bibliométrico con el fin de caracterizar la literatura que se ha publicado en torno a la CT. La base de datos consultada es la Web of Science (WoS) y el análisis comprende hasta el año 2017, esto con el fin de evitar sesgo por la cola de indización. La estrategia de búsqueda usada en la consulta de la WoS es la combinación de las palabras compuestas “Technological Convergence” y “Converging Technologies” en el campo Topic Subject (TS). Esta consulta nos dio un total de 697 documentos indizados, cuya distribución se muestra en la Tabla 1.

Los datos han sido tratados con Access y el análisis estadístico descriptivo con Excel. Por otro lado, el interés particular de este estudio es efectuar un mapeo de las disciplinas que han estado presentes en el desarrollo del concepto de CT para lo cual hemos usado el análisis de redes sociales para visualizar el perfil de la literatura identificada a partir del campo de las Categorías de la WoS. En algunos estudios bibliométricos se ha usado este campo para visualizar la estructura disciplinar de la ciencia y la tecnología, visualizaciones conocidas como Mapas de la Ciencia (Map of Science) cuya principal entrada han sido las categorías disciplinares (Leydesdorff & Rafols, 2009; Porter & Rafols, 2009). Para este estudio hemos empleado entonces los paquetes informáticos para el análisis de redes sociales Pajek, VOSviewer, MapEquation (<http://www.mapequation.org>), así como el método de Louvain para el análisis de agrupamiento.

Tabla 1. Distribución de documentos indizados sobre el tema de Convergencia Tecnológica.

Tipo de documento	Documentos	% de 697
Article	430	61,69%
Proceedings Paper	237	34,00%
Book Chapter	45	6,46%
Editorial Material	29	4,16%
Review	21	3,01%
Book Review	4	0,57%
Book	3	0,43%
Reprint	2	0,29%
Editorial Material; Book Chapter	2	0,29%
Meeting Abstract	2	0,29%
News Item	1	0,14%
Note	1	0,14%
Correction	1	0,14%

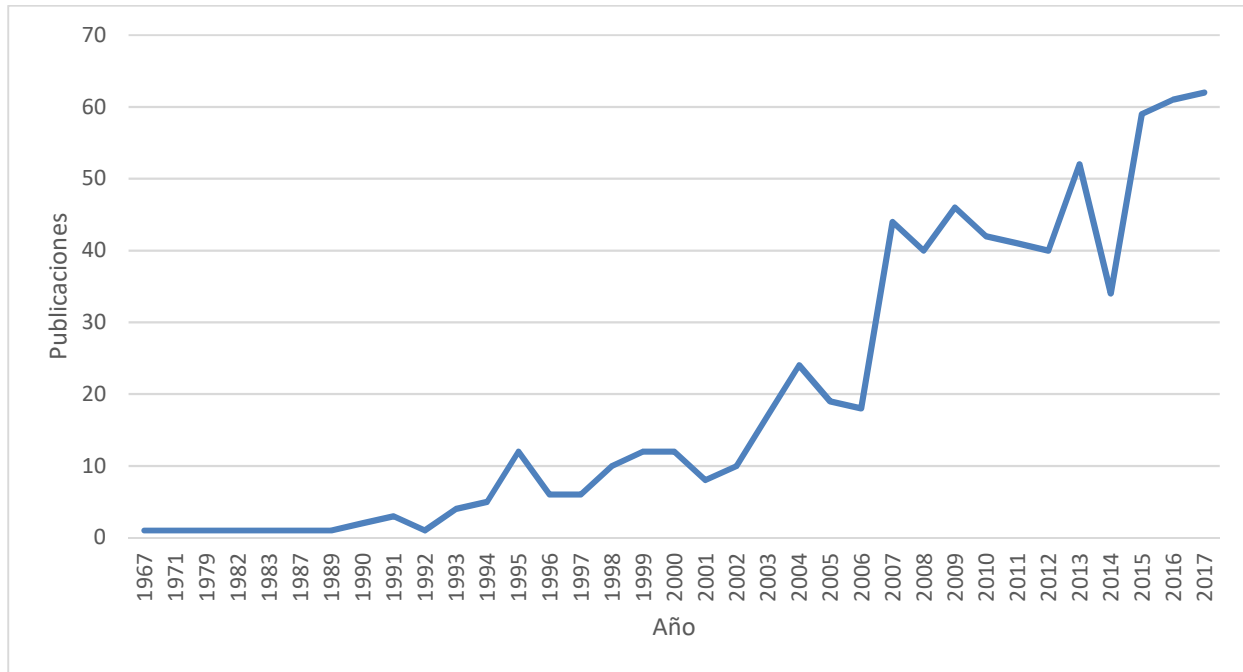
Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

3 Resultados

Los documentos publicados que contienen el concepto de CT inician desde 1967 y hasta fines del 1990 (1998 en adelante) no evidencian un crecimiento importante en el número de publicaciones, con no más de 10 publicaciones anuales (a excepción del año 1995 donde se han publicado 12 documentos). Entre 1998 y 2006 aumentan el número de publicaciones, superando en casi todas las 10 publicaciones anuales. No obstante, como se aprecia en la curva de la Figura 1, el crecimiento ha sido discontinuo hasta el año 2017 y esto refleja un área en plena emergencia. Además, la irrupción y crecimiento significativo del número de publicaciones se da desde el año 2007 hasta el 2014, con cantidades por encima de las 30 publicaciones anuales hasta ascender valores superiores a 60 publicaciones anuales en el cierre del período.

El tipo de publicaciones manifiesta que a la actualidad existe un acervo de 697 publicaciones científicas que han abordado la cuestión de la CT. De estas, el 61.69% corresponde a artículos científicos en revistas lo que sugiere que existe una amplia discusión formal sobre el concepto y estudios de caso que buscan contribuir a estos estudios. Por otro lado, las memorias de conferencias

(Processing Papers) representan el 34% del total de las publicaciones, cifra que muestra igualmente una presencia de la CT en eventos académicos importantes. Los otros documentos igualmente indican que existe interés académico por el concepto de la CT y su estudio (ver Tabla 1).



*Figura 1. Evolución de las publicaciones sobre Convergencia Tecnológica.
Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.*

Un indicador que nos interesa revisar en este estudio es la distribución de las publicaciones en las diferentes disciplinas y áreas del conocimiento, esto con el fin de tener una visualización de la estructura disciplinar en torno al concepto de CT. Para esto, hemos tomado el campo de las categorías de clasificación de las publicaciones empleada por la WoS (WoS Categoría, WC). En la Tabla 2 se exponen las 10 principales categorías donde vemos una presencia importante de Tecnologías de la Información y la Comunicación que refleja el origen del concepto de CT en el desarrollo de las telecomunicaciones, en particular el desarrollo de la telefonía móvil. Al revisar los títulos y resúmenes de estas publicaciones podemos constatar que una parte son estudios de caso de la CT en la electrónica, las ciencias computacionales y las telecomunicaciones, lo que sugiere igualmente que en el lenguaje científico la CT es presente en estas áreas científicas y tecnológicas para referirse a ellas. Además, en estas mismas categorías tecnológicas, encontramos otra parte importante de trabajo sobre CT en el área de gestión estratégica (Management), así como de trabajos sobre estudios de caso. Por otro lado, dentro de la lista de las 10 principales disciplinas encontramos gestión, negocios y economía. Se trata de trabajos en el área de gestión y evaluación de la tecnología, donde diversos documentos reportan los resultados de la evaluación del impacto o influencia de la CT en ciertas áreas tecnológicas, en mercados, en sectores industriales, así como en marcos regulatorios.

Tabla 2. 10 principales disciplinas (WC) donde han sido indizados los documentos científicos en torno a la CT.

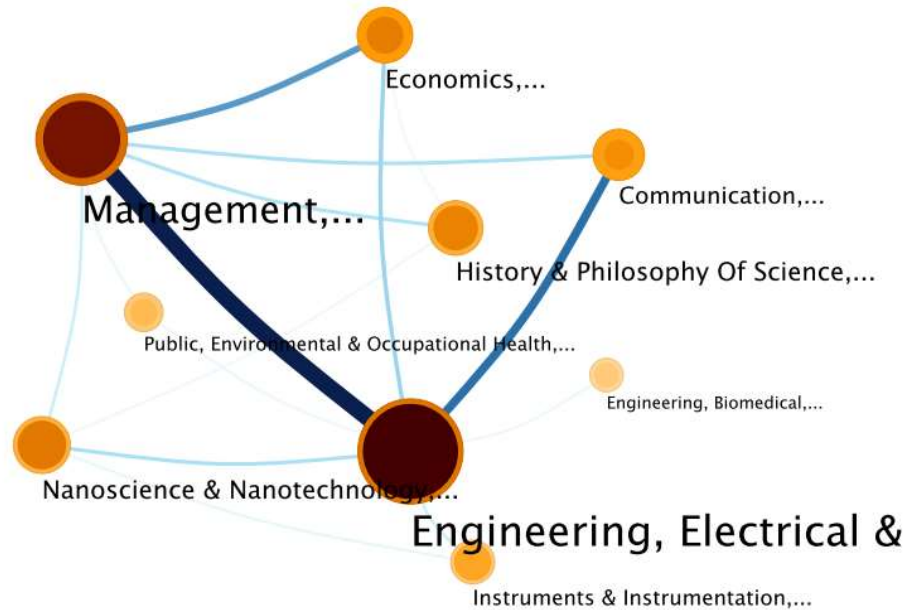
Disciplinas (WC)	Documentos	% de 697
Engineering, Electrical & Electronic	97	13,92%
Management	89	12,77%
Telecommunications	80	11,48%
Business	72	10,33%
Computer Science, Information Systems	60	8,61%
Economics	53	7,60%
Operations Research & Management Science	47	6,74%
Computer Science, Theory & Methods	45	6,46%
Information Science & Library Science	44	6,31%
Computer Science, Interdisciplinary Applications	44	6,31%

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

En la Figura 2, con el apoyo del análisis de redes sociales mostramos las coocurrencias de las categorías de las disciplinas. En esta visualización observamos las 140 disciplinas donde han sido indizados los artículos, un total de 359 relaciones de estas coocurrencias y su agrupamiento en 26 clústeres (usando el método de Louvain). Al considerar los clústeres con mayor densidad visualizamos la presencia de hubs conformados en torno a las disciplinas: *ingeniería eléctrica y electrónica, telecomunicaciones y administración*. Luego se abren dos perspectivas de dominios disciplinares, una en relación con ciencias de materiales (multidisciplinar) y que conecta en forma importante con otros nodos relacionados con biotecnología, química (multidisciplinar), biología y biología molecular y bioquímica; y la otra vinculada con *Ética*, que abre conexiones con disciplinas relacionadas a la salud y las ciencias sociales (filosofía, sociología, historia, leyes, entre otras).

Un tanto más alejado, pero conectadas con el núcleo central, aparecen publicaciones de disciplinas relacionadas con ciencias del ambiente, ciencias del comportamiento y otras áreas de la salud (ingeniería biomédica, radiología, medicina nuclear, entre otras). También en esta visualización podemos observar algunas disciplinas aisladas del componente principal, se trata de estudios interesados en la CT en disciplinas como oceanografía, antropología, geografía – geo ciencias y física, todas estas en cierta perspectiva multidisciplinar. También aparece desconectadas publicaciones de disciplinas relacionadas con salud humana, ciertas ingenierías, psicología y educación.

Con el fin de tener una visualización más legible y de mejor abordaje, hemos efectuado un análisis de la red con el método MapEquation, el cual nos proporciona una visualización comprimida en dos niveles (análisis multinivel) y nos arroja un total de 9 módulos (clústers) en el resultado que observamos en la Figura 3. En esta segunda visualización apreciamos y constatamos los trabajos evocados en los párrafos anteriores, esto es la importancia de dos núcleos disciplinares centrales fuertemente interconectados: las ingenierías eléctrica y electrónica junto a la gestión y administración en relación con la CT. Cada uno estos comparten abordajes sobre la CT con otros dominios disciplinares tales como: economía, comunicación, nanociencias y nanomateriales, salud pública, ambiental y ocupacional. En cuanto al núcleo de trabajos sobre CT de ingeniería eléctrica



*Figura 3. Perfil disciplinar del desarrollo del concepto de CT, visualización con MapEquation.
Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.*

En cuanto a la distribución geográfica de los documentos publicados sobre CT, hemos identificado que estos documentos han sido producidos en 58 países. En la Tabla 4 exponemos las frecuencias de los primeros 10 países donde se han producidos estos documentos, en la cual observamos que los Estados Unidos encabeza esta lista con el 22.81% del total de las publicaciones, seguido se encuentra Sur Corea con el 12.77% e Inglaterra con el 8.46% del total de las publicaciones. Por otro lado, al efectuar el análisis de redes a las coautorías a nivel de los países encontramos que los de Estados Unidos son los de mayor centralidad, seguidos por Inglaterra y Sur Corea. Luego en proporciones similares podemos ubicar a países europeos como Alemania, Francia y Países Bajos. En las redes de colaboración que observamos en la Figura 4, podemos observar que los países industrializados han mantenido colaboraciones en torno al tema de la CT y algunos países emergentes como China, Brasil, Sudáfrica, Turquía y Chile y México, se encuentran conectado al núcleo de las colaboraciones, pero en la periferia. Además, observamos un número importante de países con pocas publicaciones y de forma aislada. De hecho, estas redes presentan una conectividad baja (coeficiente de clusterización¹=0.418).

¹ Coeficiente de Clusterización de Watts-Strogatz calculado con Pajek.

Tabla 4. Distribución geográfica de documentos publicados en CT.

Pais	Documentos	% de 697
USA	159	22,81%
South Korea	89	12,77%
England	59	8,46%
Germany	43	6,17%
China	37	5,31%
Netherlands	27	3,87%
Italy	25	3,59%
Canada	23	3,30%
Brazil	23	3,30%
Australia	21	3,01%

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

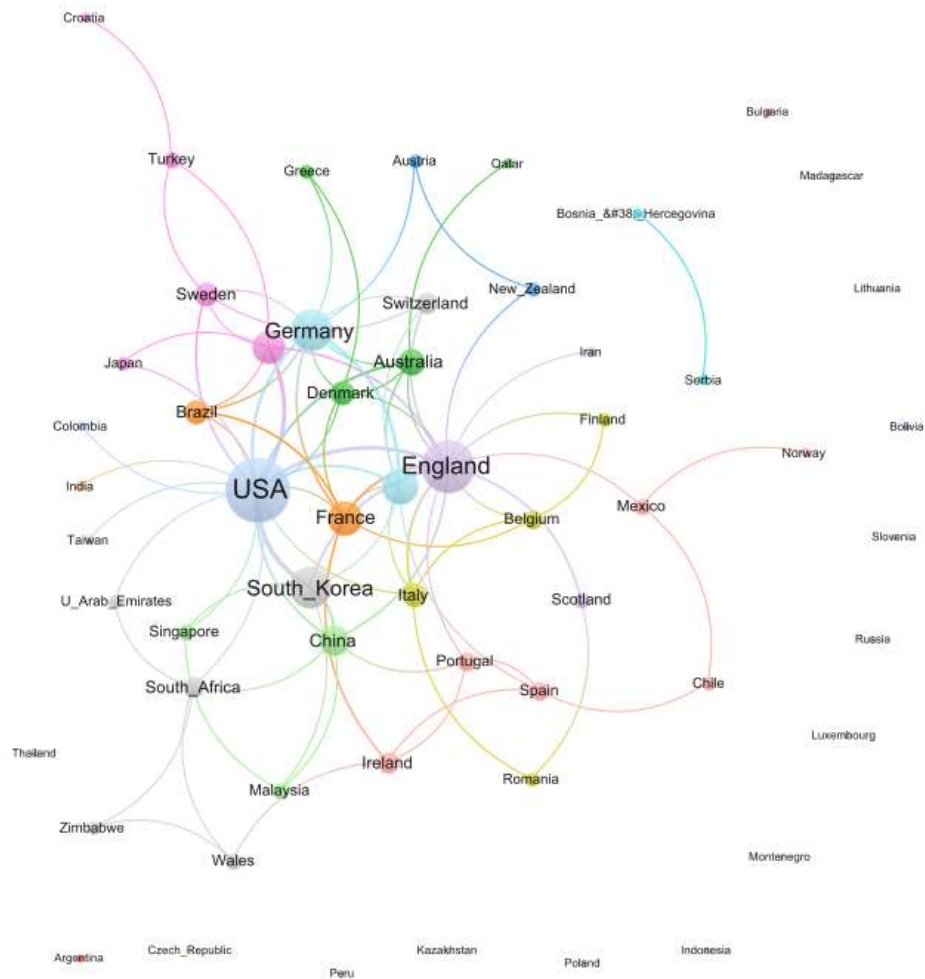


Figura 4. Redes de colaboración internacional en torno al concepto de CT.

Fuente: Construcción propia a partir de datos de la WoS.

4 Análisis

Los resultados expuestos en este estudio a través de tablas y visualizaciones basadas en el análisis de redes son complementarios entre ellos. El objetivo de este análisis es de obtener un primer panorama sobre la producción científica sobre el tema de la CT y esto entorno a dos preguntas iniciales.

La primera pregunta que hemos explorado es sobre la evolución de las publicaciones científicas (RQ1) y el análisis de los datos nos ha revelado que se trata de un campo en plena emergencia como se muestra en la Figura 1. Además, ha sido interesante no restringir nuestro estudio a los artículos publicados, esto ya que el concepto de CT ha sido discutido en espacios académicos de diversa índole donde este concepto ha sido expuesto en diversas disciplinas como veremos más adelante. Igualmente, la presencia de capítulos de libro nos muestra que este concepto ha tomado un nivel de madurez en ciertos sectores, ya que las publicaciones en libros reflejan un estado estable del conocimiento.

En lo que concierne a la segunda pregunta (RQ2) sobre el lugar de las disciplinas en el desarrollo del concepto de CT, las categorías de la Web of Science (WC) y su análisis basado en el análisis de redes sociales nos permite tener la visualización de la estructura de las disciplinas en al menos dos niveles, ver Figuras 2 y 3. Esta visualización es interesante pues nos permite tener una representación de las diferentes disciplinas y su estructura basada en la coocurrencia de las publicaciones en las diferentes áreas del conocimiento a través de las indizaciones de los documentos. Este análisis nos ha permitido identificar un total 140 disciplinas y su estructura en general, así como el análisis de clúster nos muestra en dos niveles campos disciplinarios de análisis que nos indican la centralidad de algunas disciplinas y su relación con otras. Este análisis de las disciplinas no da una aproximación de cómo se ha ido estructurando el concepto de CT y cómo es el estado actual de la estructura disciplinar o del perfil del campo. Sin embargo, poco nos dice sobre la dinámica previa a esta estructura.

5 Conclusiones

En este trabajo hemos efectuado un análisis de datos bibliométricos sobre el concepto de Convergencia Tecnológica (CT). Hemos analizado los datos obtenidos en torno a dos preguntas sobre la evolución de la producción científica y las disciplinas, cuyos resultados nos aportan algunos elementos que nos permiten avanzar sobre estas, al visualizar la distribución de publicaciones, disciplinas que han ido conformando el concepto, los principales países productores de conocimientos relacionados al mismo, y una aproximación sobre la cooperación. Sin embargo, es necesario profundizar estos análisis para avanzar con la cuestión 2 (RQ2) y otras preguntas como sobre cuáles son las temáticas que se han desarrollado en el campo de la CT o cuáles son puntos en común con otros enfoques sobre modelos de gestión del conocimiento relacionadas con políticas de CT+I y territorialidades (sistemas de innovación, triple hélice, etc.) y de gestión tecnológica y de la innovación (tecnologías emergentes, Industria 4.0, digital servitization, entre otros). Sobre la distribución geográfica del desarrollo del concepto, es interesante profundizar el análisis sobre las temáticas que desarrollan las diferentes redes y si estos métodos nos permiten confirmar los

estudios cualitativos que han mencionado las posiciones teóricas y metodológicas entorno al concepto, en particular la dinámica de conocimiento en términos interdisciplinarios y multidisciplinarios. Finalmente, considerar la posibilidad de profundizar el papel que han tenido ciertas instituciones, redes y países en el impulso de este concepto, abriendo la posibilidad de discutir los alcances del mismo en comparación con ciertos enfoques que analizan la CT en términos de “imaginarios sociotécnicos” (E.-S. Kim, 2018), “mito racional” (Miège & Vinck, 2012) entre otros.

6 Referencias

Amaro Rosales, M., & Robles Belmont, E. (2013). Producción de conocimiento científico y patrones de colaboración en la biotecnología mexicana. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 1(2). <http://dx.doi.org/10.21933/J.EDSC.2013.02.043>

Bainbridge, W. S., & Roco, M. C. (2016). *Handbook of Science and Technology Convergence*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07052-0>

Bohlin, E., Brodin, K., Lundgren, A., & Thorngren, B. (2000). Convergence in Communications and Beyond. *Research.Chalmers.Se*. Recuperado de <https://research.chalmers.se/publication/26140>

Cavaggioli, F. (2016). Technology fusion: Identification and analysis of the drivers of technology convergence using patent data. *Technovation*, 55-56, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.04.003>

Chang, Y.-C., Miles, I., & Hung, S.-C. (2014). Introduction to special issue: Managing technology-service convergence in Service Economy 3.0. *Technovation*, 34(9), 499-504. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.05.011>

Curran, C.-S. (2013). *The Anticipation of Converging Industries: A Concept Applied to Nutraceuticals and Functional Foods*. Springer Science & Business Media.

Curran, C.-S., & Leker, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence – examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 256-273. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>

Farber, D., & Baran, P. (1977). The Convergence of Computing and Telecommunications Systems. *Science*, 195(4283), 1166-1170. <https://doi.org/10.1126/science.195.4283.1166>

Geum, Y., Kim, M.-S., & Lee, S. (2016). How industrial convergence happens: A taxonomical approach based on empirical evidences. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.020>

Hacklin, F. (2007). *Management of Convergence in Innovation: Strategies and Capabilities for Value Creation Beyond Blurring Industry Boundaries*. Springer Science & Business Media.

- Jeong, S., Kim, J.-C., & Choi, J. Y. (2015). Technology convergence: What developmental stage are we in? *Scientometrics*, *104*(3), 841-871. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1606-6>
- Kim, E.-S. (2018). Sociotechnical Imaginaries and the Globalization of Converging Technology Policy: Technological Developmentalism in South Korea. *Science as Culture*, *27*(2), 175-197. <https://doi.org/10.1080/09505431.2017.1354844>
- Kim, M.-S., & Kim, C. (2012). On A Patent Analysis Method for Technological Convergence. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *40*, 657-663. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.245>
- Kodama, F. (2014). MOT in transition: From technology fusion to technology-service convergence. *Technovation*, *34*(9), 505-512. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.04.001>
- Lee, C., Park, G., & Kang, J. (2018). The impact of convergence between science and technology on innovation. *The Journal of Technology Transfer*, *43*(2), 522-544. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9480-9>
- Leydesdorff, L., & Rafols, I. (2009). A Global Map of Science Based on the ISI Subject Categories. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *60*(2), 348-362. <https://doi.org/10.1002/asi.20967>
- Lind, J. (2004). Convergence: History of term usage and lessons for firm strategists. *Proceedings of 15th Biennial ITS Conference*. Presentado en 15th Biennial ITS Conference, Berlin.
- Miège, B., & Vinck, D. (2012). *Les masques de la convergence: enquêtes sur sciences, industries et aménagements*. Archives contemporaines.
- Phaal, R., O'Sullivan, E., Routley, M., Ford, S., & Probert, D. (2011). A framework for mapping industrial emergence. *Technological Forecasting and Social Change*, *78*(2), 217-230. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.018>
- Porter, A. L., & Rafols, I. (2009). Is science becoming more interdisciplinary? Measuring and mapping six research fields over time. *Scientometrics*, *81*(3), 719-745. <https://doi.org/10.1007/s11192-008-2197-2>
- Stezano, F., Casalet, M., & De Gortari, R. (2017). *Convergencia Científica y Tecnológica*. Mexico: LANIA CONACYT.
- Weber, S. (1967). LSI-TECHNOLOGIES CONVERGE. *ELECTRONICS*, *40*(4), 124.