

Convergencia tecnológica en Argentina y México, entre potencialidades globales y asimetrías locales*

Convergência tecnológica na Argentina e no México, entre potencialidades globais e assimetrias locais

Technological Convergence in Argentina and Mexico, between Global Potentialities and Local Asymmetries

Eduardo Robles-Belmont**, Leandro Lepratte*** y Javier Ávila****

DOI:10.30578/nomadas.n55a7

Este artículo caracteriza los temas de investigación en la literatura en torno a la convergencia tecnológica a escala global, en Argentina y en México, además de analizar el lugar de este concepto en documentos rectores de la política de ciencia y tecnología en estos dos países, así como iniciativas que impulsan dicha convergencia. Los resultados muestran asimetrías entre los dos países y conexiones globales, así como un uso del concepto en la política de ciencia y tecnología basado en las promesas y las potencialidades de las tecnologías emergentes. Los autores concluyen que para entender mejor estos procesos sociotécnicos, se requiere un nuevo abordaje que parta de los imaginarios sociotécnicos, entre otros aspectos determinantes.

Palabras clave: convergencia tecnológica, Argentina y México, literatura académica, política en ciencia y tecnología, imaginarios sociotécnicos, fronteras disciplinares.

Este artigo caracteriza os temas de investigação na literatura em torno da convergência tecnológica a escala global, na Argentina e no México, além de analisar o lugar deste conceito em documentos reitores da política de ciência e tecnologia nestes dois países, assim como iniciativas que impulsionam tal convergência. Os resultados mostram assimetrias entre os dois países e conexões globais, assim como um uso do conceito na política de ciência e tecnologia baseado nas promessas e as potencialidades das tecnologias emergentes. Os autores concluem que para entender melhor estes processos sociotécnicos, se requer uma nova abordagem que parta dos imaginários sociotécnicos, entre outros aspectos determinantes. Palavras-chave: convergência tecnológica, Argentina e México, literatura acadêmica, política em ciência e tecnologia, imaginários sociotécnicos, fronteiras disciplinares.

This article characterizes the research topics in the technological convergence literature on a global scale, in Argentina and Mexico. It analyzes the place this concept takes in the main documents of science and technology policy in these two countries, as well as initiatives that promote this convergence. The results show asymmetries between the two countries and global connections and present a use of the concept in science and technology policy based on the promises and potential of emerging technologies. The authors conclude that to better understand these sociotechnical processes, it is required a new approach that starts from sociotechnical imaginaries, among other determining aspects. Keywords: Technological Convergence, Argentina and Mexico, Academic Literature, Science and Technology Policy, Sociotechnical Imaginaries, Disciplinary Boundaries.

* Este trabajo surge a partir del proyecto "Convergencia Tecnológica e innovación en empresas intensivas en conocimiento" PID, INC, UTN. Desde el año 2017, los autores nos hemos interesado en la forma como se ha construido este concepto y cómo ha sido adoptado en América Latina.

** Investigador titular A, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, (DMMSS, LAR), Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México (México). Doctor en Sociología Industrial, máster en Management Stratégique et Génie des Organisations, Ingeniero Industrial. Correo: eduardo.robles@iimas.unam.mx

*** Director del Grupo de Investigación sobre Innovación, Desarrollo y Competitividad (GIDIC), Universidad Tecnológica Nacional (FRCU), Argentina. Doctor en Ciencias Sociales y Humanas, magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Sociólogo. Correo: leprattel@frcu.utn.edu.ar

**** Director de investigación en Divergencia Transdisciplinaria AC. Doctor en Transdisciplina por el Centro de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) de México, Ciudad de México (México). Sociólogo y Psicólogo. Correo: javilac@cinvestav.mx

original recibido: 08/06/2021
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550
ISSN electrónico: 2539-4762
nomadas.ucentral.edu.co
nomadas@ucentral.edu.co
Págs. 111 ~ 123

La noción de convergencia tecnológica, así como la de tecnologías convergentes (empleadas en la literatura y en el discurso en el plano académico como sinónimos) han tomado un lugar importante en la promoción para el desarrollo de nuevas ciencias y tecnologías. En la década de 1990, en el marco del desarrollo de la telefonía móvil, observamos que en la literatura científica se comenzó a mencionar la convergencia tecnológica (Robles-Belmont y Lepratte, 2019). Sin embargo, con el desarrollo de las nanociencias y las nanotecnologías, estas nociones cobraron visibilidad tanto en la literatura científica como en el plano de la política en ciencia y tecnología. Esto se ha dado en el contexto de la Iniciativa Nacional para las Nanotecnologías en Estados Unidos, donde los trabajos de Roco y Bainbridge (2002) sentaron las bases de un marco de referencia para la convergencia tecnológica en torno a nanotecnología, biotecnología, informática y ciencias cognitivas (NBIC).

Otro marco referencial es el reporte de la Comisión Europea, en el que se proponen dieciséis recomendaciones que van del establecimiento de una estrategia y una agenda de investigación hasta un marco regulatorio y de gobernanza para la convergencia tecnológica (Nordmann, 2004). A nuestro conocimiento, en ningún país de la región de América Latina existe todavía un documento oficial que defina un plan para el desarrollo de la convergencia tecnológica. Sin embargo, han tenido lugar diversas iniciativas para promoverla y la noción de convergencia tecnológica está presente en forma implícita en el discurso de actores científicos, tecnológicos y políticos.

En los procesos de instalación y desarrollo de nuevas ciencias y tecnologías, las potencialidades técnicas, económicas y sociales de los nuevos conoci-

mientos y sus aplicaciones se divulgan para promover su desarrollo. Estos atributos de las nuevas ciencias y tecnologías han sido señalados en el desarrollo de las nanotecnologías, pero también se han resaltado los límites sociotécnicos y las asimetrías en los países desarrollados para beneficiarse de estas nuevas tecnologías (Cozzens *et al.*, 2013; Invernizzi *et al.*, 2015). Igualmente, en el caso de las biotecnologías, las expectativas anunciadas han sido importantes para el desarrollo de los países latinoamericanos (Bisang *et al.*, 2009), y los cuestionamientos sobre sus alcances y riesgos también han estado presentes en su desarrollo (Arqué, 2003). Ambas tecnologías se han anunciado como disruptivas y, en efecto, observamos que su despliegue es transversal a diferentes sectores industriales.

En la actualidad, por una parte, la biotecnología está presente en diferentes sectores y actividades económicas como la medicina, la agricultura y los alimentos, entre otros. La nanotecnología, por su parte, cada año gana terreno en productos de uso cotidiano como la electrónica, los textiles, la medicina, entre otros productos y sectores. En ambos casos, las publicaciones científicas y las patentes no han cesado de aumentar, así como los mercados en los que se comercializan productos con aplicaciones basadas en estas tecnologías emergentes (Cozzens *et al.*, 2010). Sin embargo, los avances en la regulación y los estudios sobre los riesgos de las aplicaciones no han tenido la misma suerte. Incluso, las promesas positivas de las aplicaciones de estas tecnologías emergentes aún están pendientes.

Por otro lado, la convergencia tecnológica ha llamado nuestra atención, ya que este concepto ha sido ampliamente movilizad para promover el desarrollo y la convergencia de diversas tecnologías nuevas. De hecho, en el contexto de la convergencia tecnológica, las

nanotecnologías han sido referidas como el catalizador para el desarrollo de aplicaciones potenciales al converger con la biotecnología, las ciencias cognitivas y las tecnologías de la información para mejorar el desempeño humano (Roco y Bainbridge, 2002). La convergencia tecnológica se ha extendido rápidamente en el discurso de actores científicos y políticos. Miège y Vinck (2012) distinguen tres concepciones en los discursos que la promueven: la primera, hace referencia al acercamiento de campos científicos hacia su hibridación, al trabajar sobre objetos a la escala nanométrica; la segunda concepción se confunde frecuentemente con la primera, ya que el progreso del conocimiento está ligado al de las tecnologías donde la integración disciplinar se da a la escala nanométrica; y la tercera concepción es la contraparte socio-económico-política de las dos anteriores.

Es interesante de resaltar esta tercera concepción en la aceptación de la convergencia tecnológica, ya que, de acuerdo con estos autores, hace referencia a la construcción de las políticas y agendas de investigación, al acercamiento físico e institucional, a la hibridación de las disciplinas y del conjunto de los actores implicados (científicos, tecnólogos, industriales, tomadores de decisiones y otros actores de la sociedad). Además, Schummer (2010) señala cómo se ha desplegado la convergencia tecnológica en el marco de las nanotecnologías en la retórica de los actores que han promovido el concepto y estas tecnologías emergentes. En el proceso de instalación y desarrollo de las nanotecnologías, la convergencia tecnológica ha estado presente como argumento central en la retórica de los actores que han impulsado el desarrollo de estas nuevas tecnologías.

Esto se constata en los documentos publicados por Roco y sus colaboradores en el marco de la Iniciativa Nacional para las Nanotecnologías en Estados Unidos, la cual estableció la agenda de investigación para el desarrollo de la nanociencia y las nanotecnologías en aquel país y es considerada el punto de partida de la carrera internacional para el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en esta área emergente. En este contexto, se establecieron las bases para el desarrollo de estas tecnologías, las cuales han sido tomadas como referencias en diversos países. En el caso de América Latina, no todos los países cuentan con agendas dedicadas al desarrollo de las nanotecnologías, sin embargo, en las iniciativas institucionales y los discursos políticos y científicos se encuentran elementos que coinciden

con las referencias establecidas en la iniciativa nacional de Estados Unidos.

Frente a la emergencia y el avance de la convergencia tecnológica nos ha interesado estudiar la evolución del concepto y cuál ha sido el papel de las disciplinas en la literatura académica (Robles-Belmont y Lepratte, 2019). La presencia de este concepto en la retórica y en las agendas de investigación sucede de forma explícita o implícita. En este trabajo nos interesa conocer cómo ha sido adoptado este concepto en la región de América Latina, en particular en los casos de Argentina y México. Se trata de explorar el lugar que ha ocupado la convergencia tecnológica en el ámbito de la política en ciencia y tecnología. Para abordar esta cuestión, en una primera etapa analizamos la literatura académica desde una perspectiva bibliométrica a escala global, así como para Argentina y México. Este análisis ha consistido en caracterizar la literatura en estos dos niveles y compararlos para identificar las relaciones que hay en las temáticas que se han desarrollado.

En la segunda etapa, se realiza una revisión de documentos institucionales y oficiales en el marco de la política pública en ciencia y tecnología en Argentina y México, esto con el fin de caracterizar el contexto en el cual el concepto de convergencia tecnológica es empleado en la dimensión de la política pública. En los resultados identificamos que las concepciones que se tienen en ambos países presentan conexiones con lo global, pero hay una asimetría en el perfil en cada caso, exceptuando en el contexto de la emergencia y el desarrollo de las nanotecnologías. Finalmente, proponemos que estos resultados pueden ser profundizados si se discuten en el marco de los “imaginarios socio-técnicos” (Jasanoff y Kim, 2015) y señalamos cómo la convergencia tecnológica ha sido un recurso retórico en el proceso de desdibujamiento de las disciplinas y de las dinámicas en el establecimiento de relaciones entre las diferentes esferas en el desarrollo de nuevos conocimientos y sus aplicaciones.

Convergencia tecnológica: emergencia y evolución del concepto

Antes de continuar con los resultados de este estudio, pensamos que es pertinente revisar lo que se entiende por

convergencia tecnológica, ya que es importante precisar el concepto. Identificamos que este concepto aparece por primera vez en la literatura académica en la revista *Electronics*, anunciado por Samuel Weber (1967). En la década de 1970 y hasta la primera década de este siglo, el fenómeno de convergencia se vio como la trayectoria o proceso de cambio tecnológico que ha sucedido en la industria de las tecnologías de la información y la comunicación (Farber y Baran, 1977; Lind, 2004). La convergencia tecnológica igualmente se percibe como un nicho para generar nuevos modelos de negocios (A. G. Nyström, 2005; A. Nyström, 2009). Por otro lado, en el marco del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, Chang *et al.* (2014) y Kodama (2014) proponen periodos en el análisis de la evolución de la convergencia.

El primero, denominado “fusión tecnológica”, abarca el periodo de 1975 a 1990 y se relaciona con la emergencia de la mecatrónica y la optoelectrónica, así como con el modelo de gestión empresarial de Japón. El segundo periodo, entre 1990 y el 2000, denominado “modularización”, hace referencia a los drásticos cambios producidos por la industria de la computación, sus componentes y la combinación de sus elementos, así como el impacto en la organización horizontal de la producción a escala global.

A partir de la década de los años 2000, el concepto de convergencia tecnológica hace referencia a los cambios observados de la revolución digital, los cuales dan lugar a la unión entre las telecomunicaciones, las tecnologías de la información y la comunicación, el internet y la electrónica de consumo masivo, lo que ha desembocado en un mercado global de productos y servicios basados en estas innovaciones. Esta revisión de la evolución del concepto de convergencia tecnológica nos muestra cómo ha estado estrechamente relacionada con las esferas industriales y de negocios, elementos que han sido retomados al llevar este concepto al contexto de los avances en otras tecnologías emergentes, igualmente a partir de la primera década de este siglo.

En la actualidad, el concepto de convergencia tecnológica se relaciona con el desarrollo de las nanociencias y las nanotecnologías, sin embargo, la convergencia tecnológica en la literatura académica se ha usado en el contexto del desarrollo de la mi-

croelectrónica y sus aplicaciones (telefonía móvil, por ejemplo), al menos desde la década de 1990, como se mencionó en las líneas anteriores. No hay una definición consensuada en la literatura académica, sin embargo, su uso ha ido en aumento, y de forma aún difusa hace referencia a los procesos de innovación y cambios tecnológicos, económicos y sociales resultantes de las relaciones entre las nanotecnologías, las biotecnologías, las tecnologías de la información y la comunicación y las ciencias cognitivas, en su conjunto llamadas NBCI (Bainbridge y Roco, 2016; Lee *et al.*, 2018). En la literatura en torno a esta última concepción se distinguen dos ejes: 1) la interdisciplina y 2) la gestión empresarial y tecnológica (Stezano, 2017), literatura en la cual sobresalen las potencialidades de la convergencia tecnológica, pero también la fragilidad del concepto (Jeong *et al.*, 2015).

Además, la convergencia tecnológica hace referencia a procesos sociotécnicos generados por las interacciones de las potencialidades técnicas de diversas disciplinas. En el uso que se ha hecho de este término se distinguen elementos que abarcan las diferentes esferas en la cadena del valor de la producción, uso y comercialización del conocimiento. Este término se ha transformado con la integración de aspectos sociales, éticos y medioambientales. Posiblemente, esto se debe a las interacciones entre los actores proponentes del término con otros actores y tomadores de decisiones, y esto en medio de debates y controversias sobre los alcances del marco de la convergencia tecnológica. De hecho, en otros casos sobre conceptos que buscan explicar los cambios tecnológicos y científicos, así como las relaciones entre los diferentes actores, también se han observado estas transformaciones (Sharif, 2006; Shinn, 2002). Esto pone de relieve el componente político y económico de la convergencia tecnológica, ya que este concepto se ha empleado como una herramienta retórica en el discurso de actores científicos y políticos en el contexto de la promoción y divulgación del desarrollo de nuevos conocimientos y sus aplicaciones.

Finalmente, en el marco de la convergencia, varios autores hacen alusión a un proceso o movimiento hacia un punto convergente de las disciplinas científicas y tecnológicas. Esta alusión ha estado implícita y explícita desde los cambios tecnológicos en las telecomunicaciones, con la electrónica y otras tecnologías, hasta el caso

de las NBIC. Pareciera que las fronteras que han dividido las disciplinas se hacen más difusas que antes, y esto sin discutir el perfil epistemológico de las disciplinas. Incluso, algunos de los autores hablan de borrar las fronteras en la ciencia, la tecnología, el mercado y la industria (Curran y Leker, 2011; Lind, 2004). De hecho, en la retórica en torno a la convergencia tecnológica, la complejidad de los arreglos disciplinares y de las problemáticas que se avecinan, hacen que esta tenga un carácter irreversible.

Metodología

Los datos analizados en este estudio son información bibliométrica obtenida de la *Web of Science* a partir de la consulta del campo TS (*topic subject*), en la colección principal de esta base de datos indizados. Este campo incluye los títulos, las palabras clave y los resúmenes de los documentos científicos indizados. La estrategia de búsqueda ha sido la siguiente:

TS=(“Technolog* Converg*” OR “Converging Technol*”)

Los resultados han sido un total de 864 documentos publicados hasta el año 2020, cuya distribución en los tipos de documentos se muestra en la tabla 1, en la cual observamos que los artículos en revistas son los más numerosos (64,47%), seguidos de las memorias en congresos (31,02%). De la información obtenida analizamos aquella que nos permite trazar la evolución de las publicaciones y los títulos de los documentos.

El análisis y los resultados los presentamos en los dos siguientes apartados. En la primera parte se hace un análisis de las temáticas en el campo de la convergencia tecnológica a escala global y sobre Argentina y México, así como la comparación entre las temáticas de las tres partes. La caracterización de las temáticas se realiza con la herramienta VOSviewer, que nos permite obtener una cartografía de los temas a partir de un análisis de coocurrencias de las palabras clave y nos muestra el componente principal. Para la cartografía global se analizaron los 864 documentos, de los cuales se identificaron 3.334 palabras clave diferentes y solo se muestran aquellas que tienen una ocurrencia mayor a 5, quedando solo 123 palabras clave en la cartografía. En el caso de Argentina, se han publicado 6 documentos y 28 palabras clave identificadas, por

lo que se tomó esta totalidad en el análisis. En México se publicaron 13 documentos, de los cuales se han identificado 62 palabras clave y la ocurrencia es de 1. Una vez identificados estos temas, se generaron los archivos de las redes y se comparó su estructura con el método MapEquation; la visualización se ha llevado a cabo con el generador de diagramas aluviales del mismo MapEquation.

Tabla 1. Distribución de los documentos publicados en el campo de la convergencia tecnológica hasta el año 2020

Tipo de documento	Documentos	% de 864
Artículo	557	64,47%
Memorias de congresos	268	31,02%
Capítulos de libros	50	5,79%
Material editorial	33	3,82%
Revisiones	31	3,59%
Libros	4	0,46%
Revisión de libros	4	0,46%
Acceso temprano	4	0,46%
Resúmenes de reuniones	2	0,23%
Reimpresiones	2	0,23%
Correcciones	1	0,12%
Noticias	1	0,12%
Notas	1	0,12%

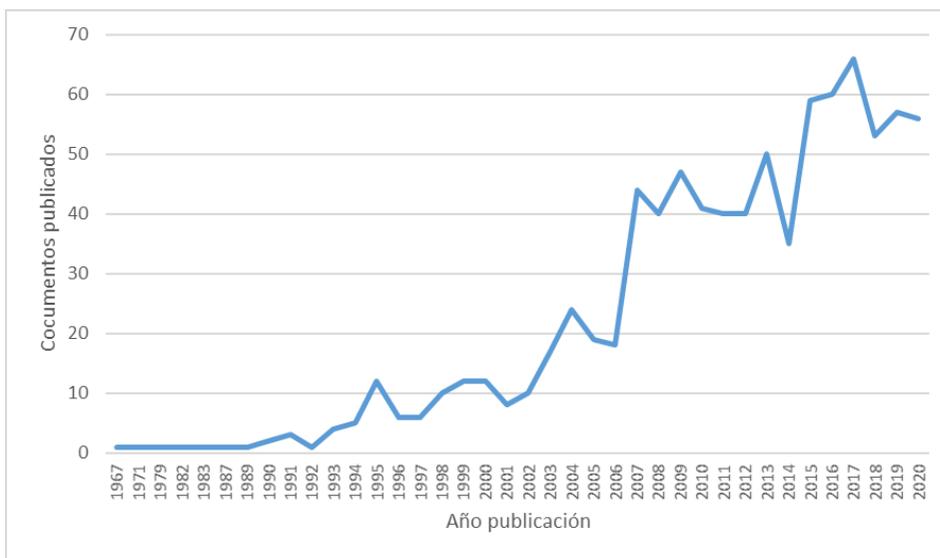
Fuente: construcción propia con datos de la WoS.

Asimetrías en la convergencia tecnológica

La producción de documentos académicos en torno a la convergencia tecnológica es relativamente reciente y, como se muestra en la figura 1, la literatura académica en este campo es emergente. Como se aprecia en la curva de crecimiento de la producción académica, los documentos publicados hasta inicios de la década de 1990 son poco representativos. Es a partir de mediados de dicha década que las publicaciones comienzan a ser cada vez más importantes. Sin embargo, observamos diferentes picos en la curva, lo que sugiere que se trata de un campo emergente. Dentro de la producción global, constatamos asimetrías importantes entre los países

industrializados y los países en desarrollo; Estados Unidos encabeza la lista de los países donde se han producido estos documentos, con 193 publicaciones, en seguida esta Corea del Sur con 130, y después Inglaterra con 67, China con 59 y Alemania con 51. La presencia de América Latina y el Caribe es marginal, ya que el país de esta región que más ha publicado es Brasil con un total de 29 documentos, seguido por México con 13 y Argentina con 6.

Figura 1. Desarrollo global de la literatura académica en torno a la convergencia tecnológica



Fuente: elaboración propia.

Nuestro interés por mapear los temas que se han desarrollado en torno a la convergencia tecnológica consiste en caracterizar cómo se ha construido este concepto en el mundo académico. En un trabajo previo se ha caracterizado la evolución de la literatura sobre convergencia tecnológica y el lugar que han tenido diversas disciplinas y países donde se han producido los documentos científicos (Robles-Belmont y Lepratte, 2019). Los resultados de este estudio muestran el perfil disciplinar de la convergencia con un grupo de disciplinas relacionadas con las ingenierías eléctrica y electrónica, vinculadas estrechamente con la gestión y la administración; se trata de los trabajos que han señalado las nuevas dinámicas con el desarrollo de las telecomunicaciones con un sustento fuerte sobre la microelectrónica en la década de 1990, y con las oportunidades de negocios que estas nuevas tecnologías han abierto.

Otro grupo de disciplinas se encuentra en los dominios de la economía, las nanotecnologías y la salud pública, ambiental y ocupacional; estos trabajos reflejan tanto las promesas y las po-

tencialidades técnicas y económicas de la convergencia tecnológica en torno a las nanotecnologías, como las preocupaciones sobre los posibles riesgos que estas pueden representar. Cabe mencionar que los datos usados para este artículo han sido actualizados y el panorama disciplinar y de temas ha cambiado con respecto a los estudios anteriores. El eje temático principal para la literatura global sobre convergencia es cercano a los estudios de la innovación: capacidades de absorción, estudios sobre las empresas y la industria, redes de colaboración y gestión y administración. Por otro lado, sobresalen los temas relacionados con las nanotecnologías y sus implicaciones económicas, sociales y medioambientales. Un tercer eje de temas se relaciona con las políticas y la gobernanza en ciencia y tecnología.

En lo que concierne al caso de Argentina, identificamos tres ejes temáticos (véase figura 2), siendo el más representativo el de la “convergencia”, en el cual los trabajos hacen referencia a modelos de negocios, América Latina y grupos. En este mismo eje hay tres temas relacionados con el eje central de “innovación” de las temáticas globales (telecomunicaciones, internet y convergencia). El segundo eje temático tiene que ver con temas digitales, audiovisuales, cinema y políticas para su regulación, en tanto que el tercer eje está cerca del segundo y trata sobre las políticas y las agencias de regulación en torno a los cambios en los medios de comunicación masiva en la era de la convergencia comunicacional, con base en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

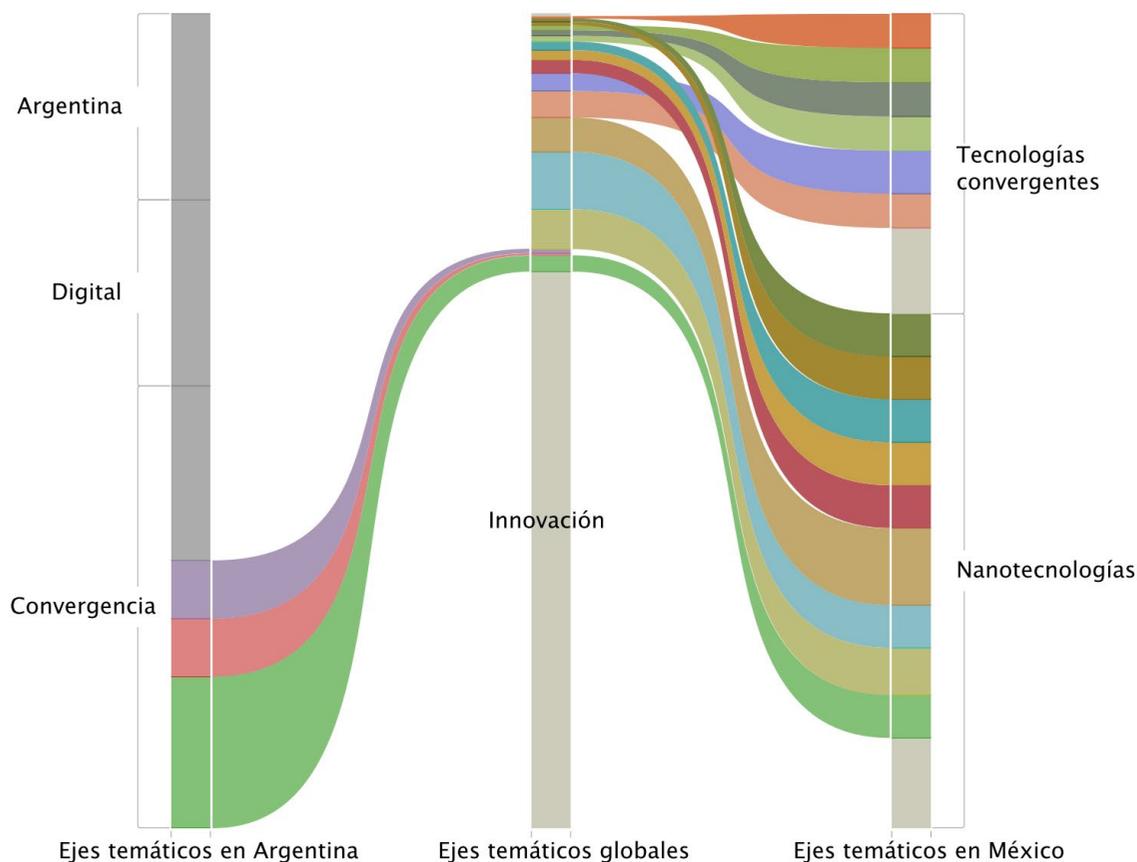
En el caso de México identificamos dos ejes temáticos. El primero está compuesto por diversos temas en el campo de

las *nanotecnologías*, como se puede apreciar en la figura 2, los cuales hacen referencia a las potencialidades de estas tecnologías para el crecimiento económico, la innovación y el avance científico y tecnológico, entre otros, mientras que el segundo eje temático se centra en la *convergencia tecnológica* y los temas se refieren a la gobernanza, la política y la incertidumbre y los riesgos en el contexto de la convergencia.

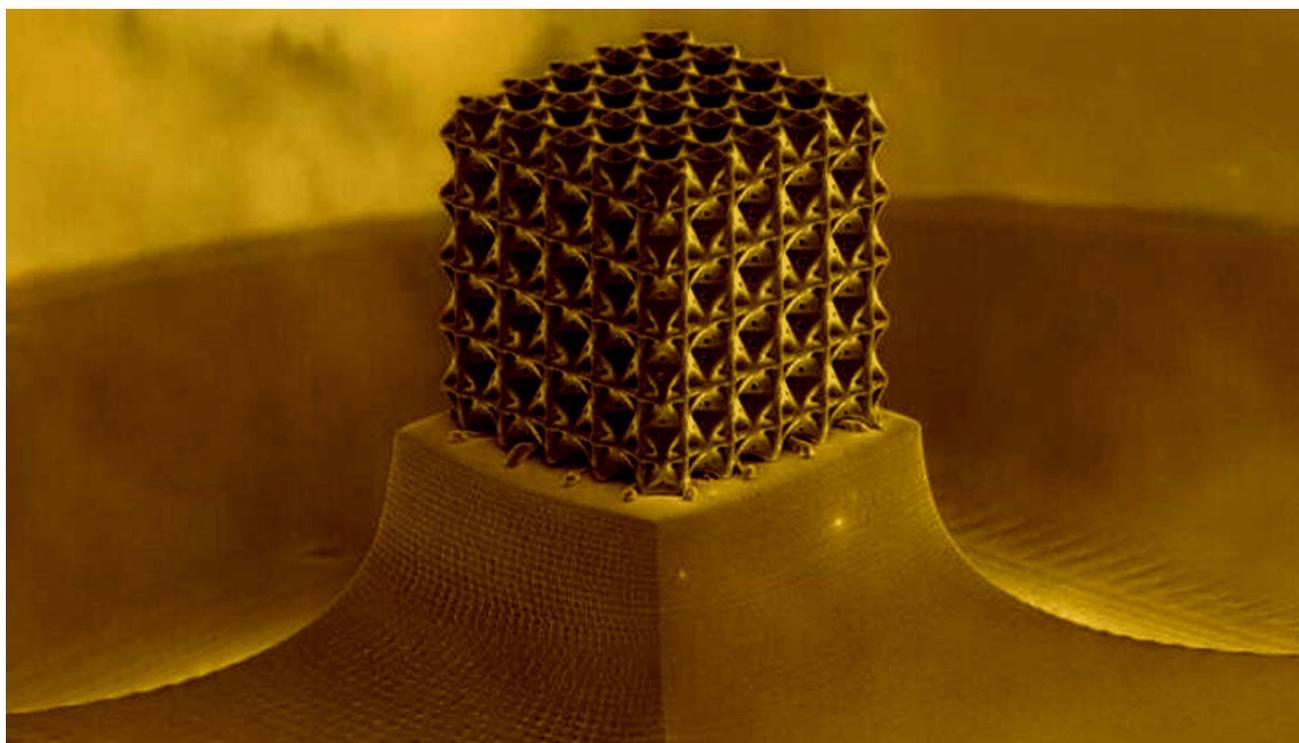
Por otro lado, el diagrama aluvial de la figura 2 muestra las coincidencias de las temáticas para cada uno de los países con los ejes globales. Al comparar los tres ejes temáticos, observamos que el punto de coincidencia se

encuentra en el eje temático global de la innovación y la convergencia. En este mismo eje encontramos documentos publicados en el área de los estudios con perspectiva desde la economía de la innovación. Sin embargo, los temas abordados no son los mismos en ambos países. En efecto, observamos que Argentina tiene tres coincidencias (convergencia, internet y televisión) y México tienen quince coincidencias temáticas con lo global (nanotecnología, tecnologías convergentes, convergencia, difusión, conocimiento, crecimiento de la productividad, innovación, tecnologías, capacidades, convergencia tecnológica, gobernanza, política, incertidumbre, riesgos y ciencia).

Figura 2. Diagrama aluvial de temas sobre convergencia tecnológica en Argentina, global y México hasta el año 2020



Fuente: elaboración propia con datos de la WoS.



▪ *Nanoestructura de Carbono*, 2020 | Capturada por: Cameron Crook and Jens Bauer / Universidad de California Irvine. Tomada de: europapress.es

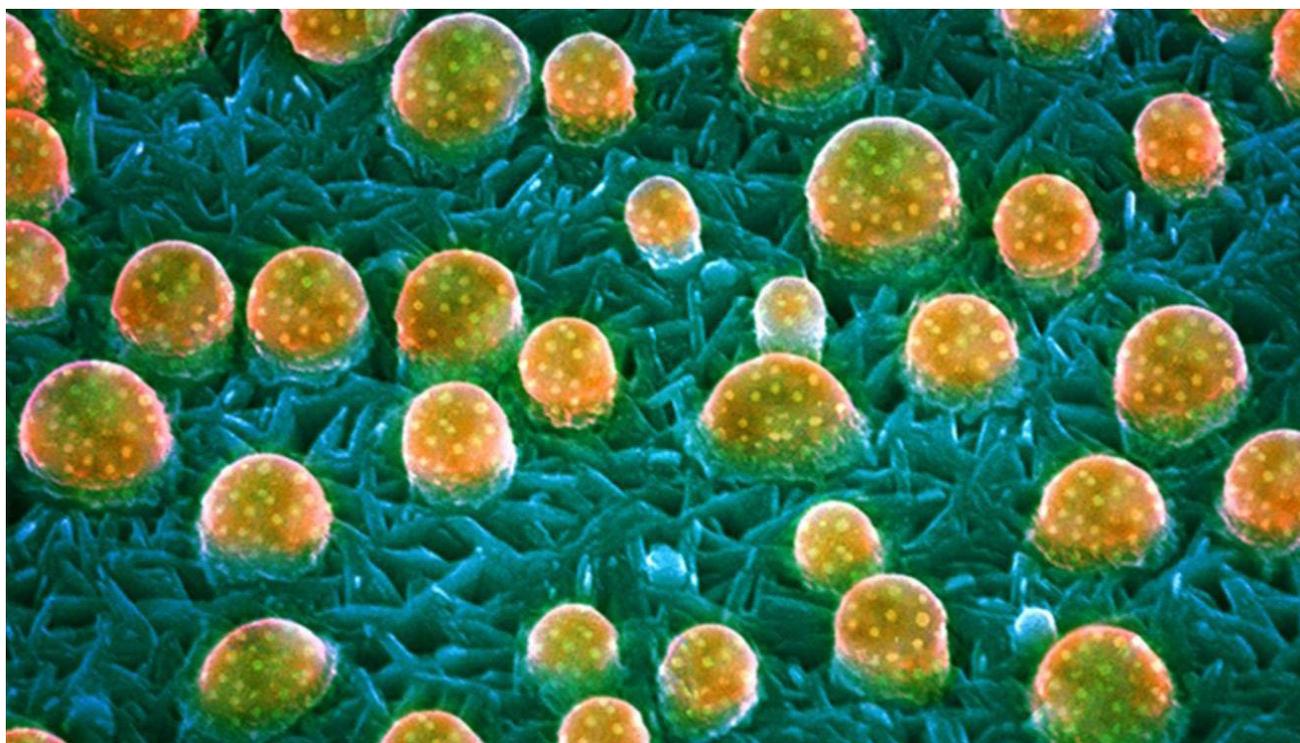
Convergencia tecnológica y política pública en ciencia y tecnología

El mapeo de las temáticas a partir de las publicaciones científicas muestra que en ambos países hay aspectos mencionados en la literatura sobre las virtudes y las potencialidades de la convergencia tecnológica. El lugar que tiene la convergencia tecnológica en la política pública de ciencia y tecnología es el segundo punto central de este trabajo. Lo que nos interesa identificar es cómo se ha introducido este concepto en la política pública, particularmente cuáles han sido los elementos en la retórica del discurso para impulsar la convergencia tecnológica en Argentina y México. Para abordar estos cuestionamientos revisamos los documentos públicos de instituciones de investigación y agencias encargadas de la gestión de la ciencia y la tecnología para caracterizar cuál ha sido el papel de la convergencia y cómo ha sido movilizadora.

En el caso de Argentina, consideramos dos documentos de políticas públicas en ciencia y tecnología. El primero es el Plan Argentina Innovadora 2020 (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), 2013), en el cual se establecen los ejes de las políticas en

ciencia y tecnología del país. En dicho documento se fijan las metas a largo plazo para impulsar diversos sectores productivos y sociales a partir de las capacidades científicas y tecnológicas, además, se identifican seis sectores estratégicos productivos de bienes y servicios, definidos como núcleos socioproductivos estratégicos. Estos sectores tienen sus particularidades territoriales, las cuales se reconocen en este documento, y se plantea “el aprovechamiento de las potencialidades que ofrecen las tecnologías de propósito general (TPG) en distintos sectores socio-productivos y en entornos territoriales determinados” (MCTI, 2013, p. 60).

Estas tecnologías de propósito general son la biotecnología, las nanotecnologías y las tecnologías de la información y la comunicación, las cuales se perciben como ventanas de oportunidad para intervenir en entornos territoriales y, a partir de su articulación, impulsar el crecimiento de los sectores estratégicos identificados. En este documento no se hace mención explícita de la convergencia tecnológica, pero sí de la convergencia de actores, intereses y acciones, así como de la convergencia socioeconómica y de los núcleos socioproductivos estratégicos. En ese contexto, en el documento, las biotecnologías, las nanotecnologías y



▪ Nanoestructura de un hongo | Capturada por: Wei Xiong and Joel Brehm. Tomada de: Nanodays.com

las tecnologías de la información y la comunicación se reconocen como áreas estratégicas con implicaciones positivas en el futuro. Esto se refleja, por ejemplo, en la siguiente cita del objetivo de la línea de financiamiento ANR Bio-Nano-TICs, recogido en los anexos del documento: “Destinados a proyectos que tengan como meta mejorar las estructuras productivas y la capacidad innovadora de las empresas productoras de bienes y servicios del sector de la Bioingeniería, orientados específicamente a la Salud Humana, mediante la ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico a escala piloto o de prototipo” (MCTI, 2013, p. 123).

El segundo documento argentino es el Plan Argentina Innovadora 2030 (MCTI, 2020), el cual plantea retomar los esfuerzos del documento anterior que fueron abandonados antes del año 2020. En esencia, este segundo documento tiene el mismo objetivo central que el anterior, que es avanzar “en la elaboración de las políticas, estrategias e instrumentos que deben guiar las actividades de producción de conocimiento, desarrollo de tecnologías e innovación del sector CTI hacia las metas y resultados demandados por el sendero de desarrollo trazado para nuestro país” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), 2020,

p. 8). En este segundo documento oficial (preliminar) la convergencia tecnológica se considera, explícitamente, uno de los rasgos característicos del contexto actual de la innovación en Argentina: “El continuo desarrollo de las llamadas ‘tecnologías convergentes’ (digitales, biotecnológicas y nanotecnológicas, entre las más visibles), que se espera que protagonicen cambios sustanciales del paradigma tecno-económico y, por lo tanto, cambios en los patrones de producción, organización, gestión, comunicación, transporte y consumo” (MCTI, 2020, p. 36).

Además, en este segundo documento oficial, las tecnologías convergentes (biotecnologías, nanotecnologías, materiales avanzados, microelectrónica y TIC) se tienen en cuenta en las llamadas *agendas de tecnologías aplicadas a la producción*, en el marco de las *agendas transversales*. Estas últimas se definen como “un elemento crucial para aportar entramado y densidad a la transformación productiva deseada en base al conocimiento y la innovación, están dirigidas a identificar y seleccionar tecnologías con capacidad de impactar fuertemente en los sectores económicos y sociales, subsectores o eslabones de cadenas de valor” (MCTI, 2020, p. 34).

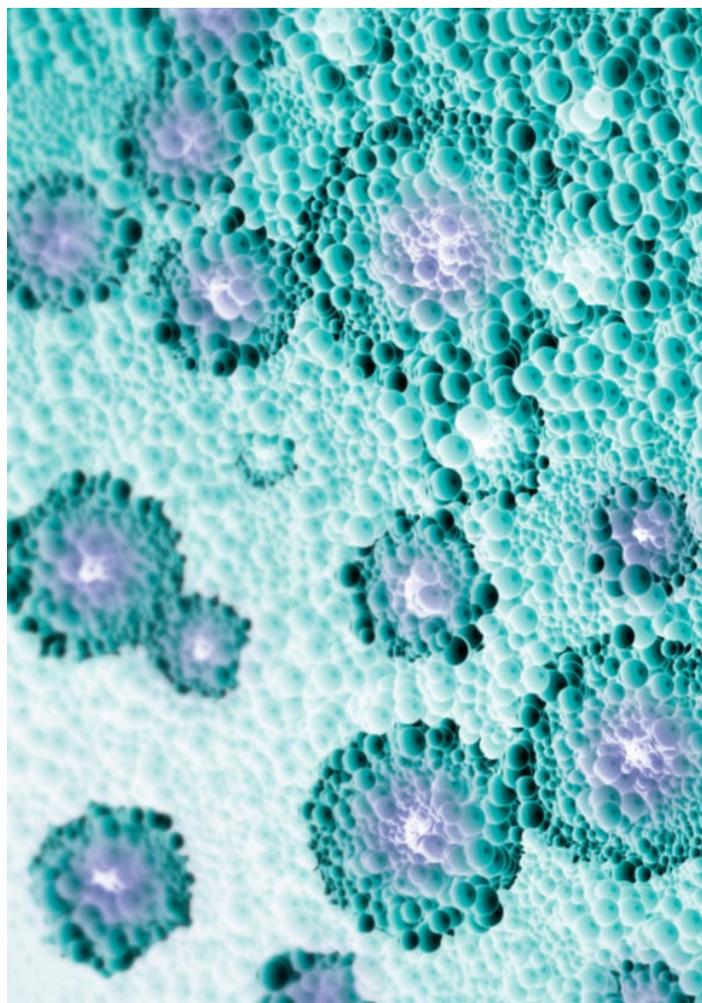
Por el otro lado, en el caso de México, el panorama es muy diferente al caso argentino. En los documentos oficiales en los que se establecen las agendas, los objetivos y las estrategias nacionales para el desarrollo científico y tecnológico, la convergencia tecnológica ha estado ausente. Solo se menciona la convergencia de actores, instituciones y otros aspectos para el desarrollo del país. Sin embargo, en el programa especial de ciencia y tecnología para el periodo 2008-2012 se reconocen las potencialidades de las tecnologías convergentes, aunque de forma aislada:

el sector ciencia y tecnología, establece como factores fundamentales del desarrollo en esta materia la educación de calidad y el fortalecimiento de ciencia básica y aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación para contribuir a mejorar el nivel de vida de la sociedad y lograr una mayor competitividad. En este sentido se impulsarán prioritariamente las siguientes áreas científico-tecnológicas: i) Biotecnología, [...] vii) Nanotecnología, viii) Tecnologías de la información y las telecomunicaciones... (CONACyT, 2008, p. 48)

En el siguiente programa especial para el periodo 2014-2018, el contexto en los documentos oficiales no ha cambiado para la convergencia tecnológica (ausente) ni para las tecnologías convergentes (mencionadas como prioritarias, pero desarticuladas).

En el escenario mexicano ha llamado nuestra atención la iniciativa de la Red Temática del CONACyT¹, Red de Convergencia de Conocimiento para Beneficio de la Sociedad, creada en el marco de la iniciativa de las redes temáticas del CONACyT en el año 2014. Esta red ha estado conformada por investigadores y profesionales interesados en estudiar el cambio tecnológico en México. Los objetos de estudio son diferentes tecnologías y dinámicas presentes en el país: biotecnología, nanotecnología, Industria 4.0, industria automotriz y aeroespacial, tecnologías de la información y la comunicación, *big data*, sector salud, entre otros. Los temas que han abordado los diferentes grupos de investigadores organizados en el seno de esta red tienen que ver con gobernanza, políticas públicas, implicaciones éticas, colaboraciones y vínculos ciencia-industria, redes de conocimiento e identificación de capacidades.

Estos objetos de estudio y abordajes teóricos y metodológicos han sido divulgados por la red en diferentes documentos académicos (Morales *et al.*, 2015;



▪ Sinergia entre nanocolumnas de titanio y nanopartículas de telurio, 2019
Capturada por: Revista *Nanomedicine*. Tomada de: Medicinaysaludpublica.com

Red Convergencia, 2016, 2017; Stezano, 2016; Stezano *et al.*, 2017), los cuales comprenden estudios sobre las dinámicas sociotécnicas en el desarrollo de la nanotecnología, la biotecnología, la industria automotriz, *big data*, así como otros casos en México. Además de estudios sobre casos de tecnologías de propósito general, como resultado de una reunión en el año 2017, se redactó una propuesta de agenda para la política pública en ciencia y tecnología y diferentes elementos del sistema científico y tecnológico mexicano para transitar hacia la convergencia (Red Convergencia, 2017).

Conclusiones

La convergencia tecnológica es un concepto que ha ganado importancia en los estudios sobre el cambio tecnológico. Desde que se señalara este fenómeno en el marco del desarrollo de la microelectrónica y las

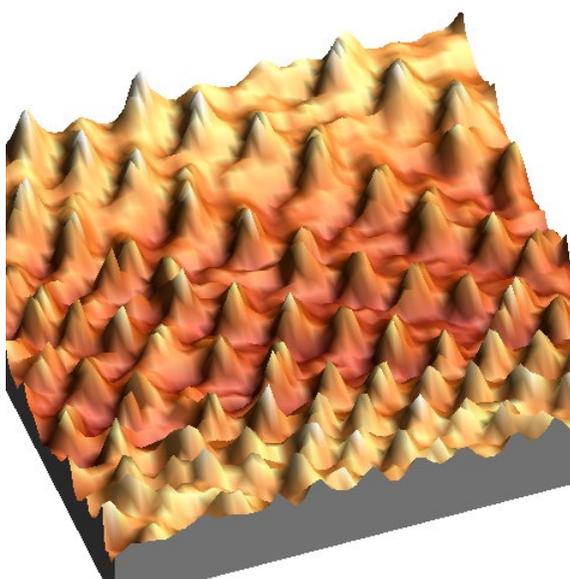
telecomunicaciones en la década de 1990, hasta los últimos trabajos ligados a la nanotecnología como eje motor de la convergencia con la biotecnología, las tecnologías de la información y la comunicación y las ciencias cognitivas, las bases conceptuales se encuentran en torno a los estudios de la innovación. En efecto, el mapeo de las temáticas realizado en este estudio nos ha permitido identificar las promesas y las potencialidades de las tecnologías emergentes, que se reflejan en los temas en torno a la innovación, las políticas y la gobernanza de los sistemas científicos y tecnológicos.

Las temáticas desarrolladas en Argentina y México están principalmente relacionadas con el eje temático de innovación en la literatura global, lo que constata la amplitud de las potencialidades y promesas de la innovación para el desarrollo económico y social. En este marco, las tecnologías emergentes desempeñan un papel central en la retórica de la convergencia tecnológica, ya que sus potencialidades prometen cambios importantes en términos económicos, sociales y ambientales, lo que las hace atractivas. No obstante, observamos asimetrías importantes entre los ejes temáticos en Argentina y México, así como vacíos en las políticas en ciencia y tecnología que ponen en desventaja a estos países para obtener un provecho futuro de estas tecnologías.

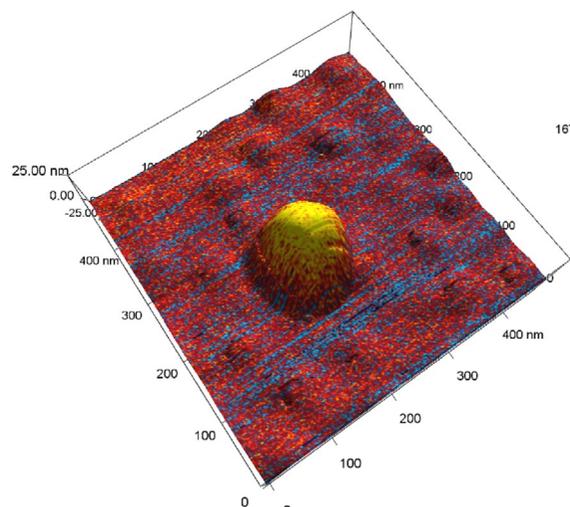
En este trabajo, retomando las promesas de la innovación basada en las particularidades de las tecnologías

emergentes para el desarrollo económico y social, nos limitamos a caracterizar las temáticas e identificar el lugar que ocupan en las políticas de ciencia y tecnología, pero es necesario profundizar cómo se ha ido construyendo la retórica en la academia y en la política. Es interesante abordar los procesos de convergencia con el concepto de *imaginarios sociotécnicos*, recientemente incorporado a los estudios sobre futuros y expectativas normativamente estabilizadas que generan los países con base en el papel que la ciencia y la tecnología desempeñan en cada uno de ellos (Jasanoff y Kim, 2009, 2015). El concepto se relaciona con los estudios de “traducción” (*translation*), empleado por la tradición de institucionalistas nórdicos (Sahlin y Wedlin, 2008), con base en los aportes de la sociología de las organizaciones, la construcción social de la realidad y la teoría del actor-red (Callon, 1986). Piénsese que estas referencias pueden constituir una estructura analítica que permita dar cuenta de los procesos sociotécnicos tanto en la academia como en la escena de la política de ciencia y tecnología, así como en la industria que moviliza estas tecnologías.

Por otro lado, es interesante retener los cambios que borran las fronteras entre las entidades sociales y las dinámicas entra la ciencia, la política y la industria. El concepto de desdibujamiento para explicar estos cambios puede ser otra pista interesante de explorar para mejor dar cuenta de estos procesos sociotécnicos en la región de América Latina.



■ *Átomos de carbón en la superficie de una muestra de grafito*, 2021
Capturada por: José Bermúdez / Laboratorio de Microscopía Avanzada, Universidad Central (Colombia)



■ *Microscopía de fuerza magnética de una nanopartícula de hierro cero valente (ZVI NP)*, 2021 | Capturada por: Jhon Pazos / Laboratorio de Microscopía Avanzada, Universidad Central (Colombia)

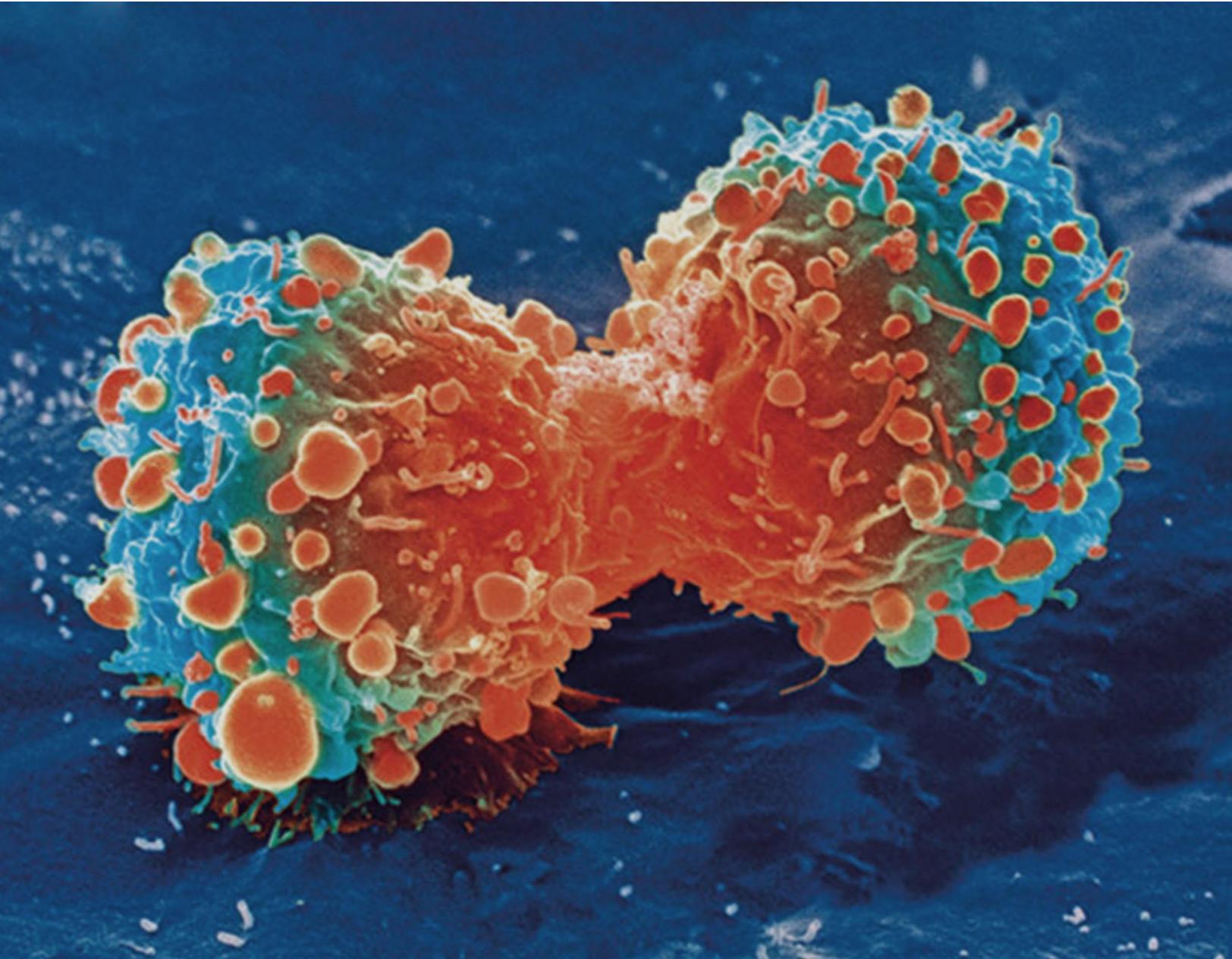
Nota

1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, organismo público encargado en gestionar los recursos públicos y la política pública en ciencia y tecnología en el país.

Referencias bibliográficas

1. ARQUÉ, A. B. (2003). El impacto de la biotecnología en América Latina. Espacios de participación social. *Acta Bioethica*, IX(1), 21-38.
2. BAINBRIDGE, W. S. y Roco, M. C. (2016). *Handbook of Science and Technology Convergence*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07052-0>
3. BISANG, R., Campi, M. y Cesa, V. (2009). *Biotechnología y desarrollo*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3650-biotechnologia-desarrollo>
4. CALLON, M. (1986). The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle. En *Mapping the Dynamics of Science and Technology* (pp. 19-34). Palgrave Macmillan.
5. CHANG, Y. C., Miles, I. y Hung, S. C. (2014). Introduction to Special Issue: Managing Technology-Service Convergence in Service Economy 3.0. *Technovation*, 34(9), 499-504. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497214000790?via%3Dihub>
6. CONACyT (2008). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012*. <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/programa-especial-de-ciencia-y-tecnologia-e-innovacion-2008-2012>
7. COZZENS, S., Cortes, R., Soumonni, O. y Woodson, T. (2013). Nanotechnology and the Millennium Development Goals: Water, Energy, and Agri-Food. *Journal of Nanoparticle Research*, 15, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11051-013-2001-y>
8. COZZENS, S., Gatchair, S., Kang, J., Kim, K. S., Lee, H. J., Ordóñez, G. y Porter, A. (2010). Emerging Technologies: Quantitative Identification and Measurement. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(3), 361-376.
9. CURRAN, C. y Leker, J. (2011). Technological Forecasting y Social Change Patent Indicators for Monitoring Convergence - Examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting & Social Change*, 78(2), 256-273. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>
10. FARBER, D. y Baran, P. (1977). The Convergence of Computing and Telecommunications Systems. *Science*, 195(4283), 1166-1170. <https://doi.org/10.1126/science.195.4283.1166>
11. INVERNIZZI, N., Foladori, G., Robles-Belmont, E., Záyago Lau, E., Figueroa, E. A., Bagattolli, C., et al. (2015). Nanotechnology for Social Needs: Contributions from Latin American Research in the Areas of Health, Energy and Water. *Journal of Nanoparticle Research*, 17(5), 233. <https://doi.org/10.1007/s11051-015-3037-y>
12. JASANOFF, S. y Kim, S. H. (2009). Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea. *Minerva*, 47(2), 119-146.
13. JASANOFF, S. y Kim, S. H. (2015). *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*. The University of Chicago Press.
14. JEONG, S., Kim, J. C. y 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>
15. 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.2013.04.00>
16. LEE, C., Park, G. y Kang, J. (2018). The Impact of Convergence between Science and Technology on Innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 43(2), 522-544.
17. LIND, J. (2004). Convergence: History of Term Usage and Lessons for Firm Strategists Jun 2004. En *15th Biennial ITS Conference* (pp. 1-14). Berlín.
18. MINISTERIO DE Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) (2013). *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015*. MCTIP. <https://www.argentina.>

- gob.ar/ciencia/argentina-innovadora-2030/plan-argentina-innovadora-2020
19. MINISTERIO DE Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) (2020). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030*. Documento preliminar. MCTI.
 20. MIÈGE, B. y Vinck, D. (eds.) (2012). *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements*. Éditions des archives contemporaines.
 21. MORALES, A., de Gortari, R. y Stezano, F. (2015). *Convergencia de conocimiento para beneficio de la sociedad. Tendencias, perspectivas, debates y desafíos*. Ciudad de México: Red Convergencia, CONACyT.
 22. NORDMANN, A. (2004). *Converging Technologies - Shaping the Future of European Societies*. High Level Expert Group, "Foresighting the New Technology Wave". <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7d942de2-5d57-425d-93df-fd40c682d5b5>
 23. NYSTRÖM, A. (2009). Emerging Business Networks as a Result of Technological Convergence. *Journal of Business Market Management*, 3(4), 239-260. <https://doi.org/10.1007/s12087-009-0025-5>
 24. NYSTRÖM, A. G. (2005). Industry Convergence and Business Networks in the Telecommunications Sector - A Theoretical Approach. En *21st IMP-conference* (pp. 1-14). Rotterdam.
 25. RED CONVERGENCIA (2016). *LANIA. Edición especial Red de Convergencia de Conocimiento para Beneficio de la Sociedad*. Xalapa. México: LANIA, Red Convergencia, CONACyT.
 26. RED CONVERGENCIA (2017). *Agenda de Políticas Públicas y Convergencia del Conocimiento*. Xalapa: Red Convergencia.
 27. ROBLES-BELMONT, E. y Lepratte, L. (2019). Desarrollo de la convergencia tecnológica: una mirada desde el análisis bibliométrico. En *ALTEC 2019, XVIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Medellín.
 28. ROCO, M. C. y Bainbridge, W. S. (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance*. <https://doi.org/10.1108/978-1-78743-295-620181002>
 29. SAHLIN, K. y Wedlin, L. (2008). Circulating Ideas: Imitation, Translation and Editing. En *The Sage Handbook of Organizational Institutionalism* (pp. 218-242). Sage.
 30. SCHUMMER, J. (2010). From Nano-Convergence to NBIC-Convergence: "The Best Way to Predict the Future is to Create it". En M. Kaiser, M. Kurath, S. Maasen, y C. Rehmann-Sutter (eds.), *Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime* (pp. 57-71). Springer.
 31. SHARIF, N. (2006). Emergence and Development of the National Innovation Systems Concept. *Research Policy*, 35, 745-766. <https://doi.org/10.1016/j.res-pol.2006.04.001>
 32. SHINN, T. (2002). The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology. *Social Studies of Science*, 32(4), 599-614.
 33. STEZANO, F. (2016). *Perspectivas y enfoques de la convergencia*. LANIA, Red Convergencia, Conacyt.
 34. STEZANO, F. (2017). Conceptualizaciones y visiones en torno al concepto de convergencia. En F. Stezano, M. Casalet y R. De Gortari-Rabiela (eds.), *Convergencia científica y tecnológica. Industria, investigación, políticas y gobernanza* (pp. 61-83). LANIA.
 35. STEZANO, F., Casalet, M. y De Gortari, R. (2017). *Convergencia científica y tecnológica. Industria, investigación, políticas y gobernanza*. LANIA, Red Convergencia, Conacyt.
 36. WEBER, S. (1967). LSI: The Technologies Converge. *Electronics*, 40(4), 124-129.



- *Eliminación de células cancerosas con nanomateriales de cobre e inmunoterapia, 2020* | Autor: Institutos Nacionales de Salud.
Tomada de: intelligentliving.co