

# APROXIMACIONES A LA EVOLUCIÓN DE LA CONVERGENCIA NBIC Y EL EMPRENDIMIENTO BASADO EN TECNOLOGÍA: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

## **Edward Andrés Benavides-Sánchez**

Filiación Intitucional: Universidad del Valle, sede Palmira.

✉ edward.benavides@correounivalle.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0001-9799-749X>

## **Camilo Andrés Castro-Ruíz**

Filiación Intitucional: Universidad del Valle, sede Palmira.

✉ camilo.castro@correounivalle.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0003-1808-2406>

## **Miguel Ángel Brand-Narváez**

Filiación Intitucional: Universidad del Valle, sede Palmira.

✉ miguel.brand@correounivalle.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-0725-5976>

## **Resumen**

En las últimas dos décadas, la convergencia de las tecnologías NBIC ha transformado la economía y la sociedad en general. Estas tecnologías han tenido un gran impacto en la forma como las empresas fabrican, compiten y han fomentado la innovación y el emprendimiento en diferentes sectores. El Emprendimiento de Base Tecnológica (EBT) se

### *Cita este capítulo*

Benavides-Sánchez, A.E; Castro-Ruíz, A.C; Brand-Narváez, A.M. (2023). Aproximaciones a la evolución de la convergencia nbic y el emprendimiento basado en tecnología: un análisis bibliométrico. En: *La investigación en administración: enfoques y redes de cooperación científica*. Londoño-Cardozo, J; Ortega, L.A. (Editores científicos) (pp. 141-178). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2023.

ha vuelto cada vez más importante, ya que las empresas tecnológicas son más competitivas y tienen un mayor potencial de crecimiento. El propósito de este estudio es explorar la evolución de la convergencia NBIC y el emprendimiento basado en tecnología en los últimos veinte años. Se llevó a cabo una revisión bibliométrica en la colección general de revistas indexadas de Web of Science para los periodos 2000-2021. Luego, se empleó el software Tree of Science -ToS- para procesar la base de datos y ordenar los resultados más relevantes en tres categorías: Raíces (Root), Tronco (Trunk) y Hojas (Leaves). Posteriormente, se empleó el software VOSViewer para analizar palabras clave, co-ocurrencias y apariciones conjuntas y generar un análisis de clustering. Los resultados indicaron que el EBT está relacionado con la convergencia NBIC a través de la comercialización y masificación de nuevas tecnologías. Además, se concluyó que los avances tecnológicos son cruciales para la creación de nuevas empresas y la competitividad de los emprendimientos, y que es necesario reducir la brecha tecnológica entre regiones del mundo mediante una articulación del EBT con la formación en instituciones de educación superior.

**Palabras clave:** Convergencia NBIC; Emprendimiento de Base Tecnológica; Organizaciones emergentes; Disrupción; Reactivación económica.

**Códigos JEL:** M10, M13, L26.

## **Introducción**

Durante las últimas dos décadas, la convergencia de tecnologías NBIC (nano, bio, info y cogno) ha generado un impacto significativo en la sociedad y la economía. Estas tecnologías han transformado la forma en que las empresas compiten y producen, impulsando la innovación y el emprendimiento en diversos sectores. En este contexto, el Emprendimiento de Base Tecnológica (EBT) ha ganado mayor

relevancia, ya que las empresas que se apoyan en la tecnología son más competitivas y tienen un mayor potencial de crecimiento.

El Emprendimiento Basado en Tecnología (EBT) ha demostrado ser una herramienta eficaz para impulsar la innovación y el crecimiento económico, y ha contribuido significativamente a la creación de empleos y a la mejora de la calidad de vida de las personas. Las empresas que se dedican a esta actividad se centran en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, y su enfoque está más orientado a la solución de problemas que a la producción de bienes. Gracias a esto, pueden ofrecer productos y servicios innovadores y de alta calidad, lo que les confiere una ventaja competitiva en el mercado (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2020).

Algunos avances científico-tecnológicos se observan a partir de entramados, según cada elemento que compone la convergencia de tecnologías NBIC y da cuenta de tecnologías aplicadas a emprendimientos: entramado Nano (nanofotónica, nanolitografía, ingeniería de tejidos, motores moleculares, virus artificiales, etc.), entramado Bio (proteínas fotoactivas para la bioinformática, el DNA computacional o el “lab on a chip”, nuevos fármacos, nuevas terapias, la inmunotecnología o los nutraceuticos), entramado Info (bioinformática, neuroinformática, electrónica molecular, DNA computacional, computación cuántica, etc.) y el entramado Cogno (neuroingeniería, farmacología, inteligencia artificial, etc.) (Fontella, 2005).

El advenimiento de las tecnologías NBIC ha generado una oportunidad sin precedentes para el emprendimiento y la innovación, ya que no solo permite crear empresas basadas en la necesidad, sino que también es posible desarrollar productos y servicios de gran valor que brinden una mayor sostenibilidad a los emprendedores.

La colaboración entre universidades y centros de investigación es crucial en este proceso, ya que contribuyen con avances científicos y

tecnológicos. La pandemia ha dejado en claro un problema para los países en desarrollo: los emprendimientos tradicionales no son una solución sostenible a largo plazo. Por lo anterior, el propósito de este capítulo es explorar la evolución de la convergencia NBIC y su relación con el emprendimiento basado en tecnología para el período comprendido entre los años 2000 y 2021.

## **Marco conceptual**

El término convergencia tiene su campo de aplicación en la ciencia y la tecnología (CyT), incluye y transforma los diferentes campos de conocimiento, como por ejemplo la investigación y los ecosistemas de producción, potencializando la capacidad humana y de la máquina permitiendo sinergia, generando un valor evolutivo no lineal entre los objetos de estudio de la ciencia (Benavides et al., 2021).

La creación de empresas innovadoras, especialmente las basadas en ciencia y tecnología, está influenciada por un conjunto de condiciones marco. Estas condiciones incluyen la estructura empresarial, los esfuerzos en investigación y desarrollo, la calidad de las instituciones de ciencia, tecnología e innovación y los puentes con las empresas. También son importantes los factores que impulsan la demanda, como el tamaño y dinamismo del mercado, la sofisticación de los demandantes y las demandas generadas por un Estado emprendedor. Estudios han demostrado que una estructura empresarial intensiva en tecnología y una plataforma de ciencia y tecnología para la innovación son necesarias para el surgimiento de estos emprendimientos (Kantis y Angelelli, 2020).

La tecnología y la ciencia están evolucionando rápidamente y se están convirtiendo en factores productivos importantes en el mundo moderno. El conocimiento sigue siendo esencial en este proceso, pero ahora se adquiere a través de la integración y el aprendizaje recíproco en lugar de la acumulación. Las ciencias y tecnologías con-

vergentes, conocidas como NBIC, representan esta integración interdisciplinaria y multidisciplinaria del conocimiento científico, y se aplican en campos como la industria, la salud, la informática y el medio ambiente para abordar problemas sociales, ambientales y de salud. Se espera que cada vez se desarrollen más aplicaciones de estas tecnologías convergentes (Morales, 2020a).

La convergencia NBIC ha sido objeto de análisis por parte de varios autores en distintas áreas de estudio. Según Roco y Bainbridge (2002), esta convergencia consiste en la combinación sinérgica de cuatro disciplinas principales: nanociencia y nanotecnología, biotecnología y biomedicina, tecnología de la información y ciencia cognitiva. Cada una de estas disciplinas está experimentando un rápido avance, lo que permite la combinación de métodos, lo que a su vez puede generar un progreso científico y social acelerado.

Según los autores, este progreso cambiará los caminos principales de la sociedad hacia una malla más funcional y gruesa en lugar de la menos organizada y fina que se tiene en la actualidad. Es importante destacar que la convergencia NBIC no solo implica un avance científico y tecnológico, sino que también puede tener un impacto significativo en la sociedad.

Por ejemplo, se espera que la combinación de la nanotecnología y la biotecnología permita la creación de nuevos materiales y productos biológicos, lo que puede tener un impacto en la salud y el medio ambiente. Además, la convergencia de la tecnología de la información y la ciencia cognitiva puede generar una mayor comprensión de la cognición humana y el comportamiento, lo que puede tener aplicaciones en la educación y la atención médica.

Nordmann (2004) plantea que se corre el riesgo de sobreestimar la capacidad humana para controlar y regular el desarrollo tecnológico. Según el autor, las nuevas tecnologías NBIC podrían superar la

capacidad de comprensión y control humano en términos de sus implicaciones éticas y sociales, lo que podría tener consecuencias no deseadas o peligrosas para la humanidad. Para abordar estas preocupaciones, el autor sugiere la necesidad de realizar más investigaciones y debates públicos, con el fin de asegurar que los avances tecnológicos se desarrollen de manera responsable y ética.

En este sentido, Henk (2007) plantea la posibilidad de aplicar estas tecnologías y surgir varias preguntas éticas que pueden generar discusión pública. Sin embargo, considerando que los desarrollos tecnológicos están en sus primeras fases, se presenta una oportunidad poco común para involucrarse en una reflexión ética prospectiva. La convergencia NBIC, liderada y respaldada por la Fundación Nacional de Ciencia, representa el comienzo de un examen de la complejidad de los desarrollos que comparten objetivos, propósitos y procesos comunes.

En otras palabras, este nuevo esfuerzo por combinar áreas científicas tiene como objetivo acelerar la innovación, crear resultados más efectivos y obtener una comprensión más profunda de cómo la convergencia puede proporcionar mejores soluciones para mejorar el rendimiento humano, ya sea a través de una nueva droga, dispositivo, mejora o tratamiento.

Finalmente, André (2017) analiza la relación entre el transhumanismo y la convergencia NBIC. argumenta que la ciencia y la tecnología, como prácticas humanas, consisten en imágenes y deseos ambivalentes. Se muestra que el discurso que rodea la convergencia NBIC refleja una dimensión simbólica e influenciado por una mentalidad mítica.

La convergencia NBIC se presenta como un desafío demiúrgico al que la humanidad está llamada a asumir, expresado en una nueva narrativa con connotaciones religiosas. El autor sugiere que es importante comprender los aspectos imaginativos de las nuevas tecnologías, como el transhumanismo, para apreciar sus profundas implicaciones.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de EE. UU ha identificado dos áreas para la convergencia NBIC: los aspectos técnicos y económicos y la mejora del rendimiento humano, aunque se espera que haya debates bioéticos. Sin embargo, el análisis detallado del autor destaca las crecientes preocupaciones acerca de los riesgos asociados con las innovaciones de las NBIC.

La falta de comunicación entre los encargados de tomar decisiones en ciencia y tecnología y la sociedad, que está cada vez más preocupada por su futuro, puede contribuir a una disminución de la ética en favor de la innovación. Es necesario considerar cómo se percibe la convergencia NBIC en la sociedad, así como lo que se ha publicado y desarrollado industrialmente, para evaluar los riesgos reales que puedan surgir (André, 2017).

Como resultado, se puede ver cómo la convergencia NBIC impacta todas las esferas de la vida humana, desde la modificación del cuerpo humano hasta el surgimiento de tecnologías y modelos de negocios disruptivos que cambian el panorama de producción/empresarial, cambios en los hábitos de consumo y en las relaciones sociales, y en general, cambios radicales en la forma en que vivimos. Esto lleva a una “smartización” de la vida y la economía (Benavides et al., 2021).

## **Metodología**

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo y descriptivo, utilizando una técnica de revisión bibliométrica (Sánchez et al, 2017) para identificar las tendencias en las líneas de investigación, temáticas, años de publicación, autores más citados, documentos relevantes y más citados, factor de impacto, estructura de la ciencia, categorías emergentes, países con evidencia empírica de investigaciones, y mapas de tendencias detectadas a través de líneas de tiempo.

La búsqueda de documentos se llevó a cabo en las revistas indexadas dentro de la colección principal de Web of Science (WoS), cubriendo

los periodos 2000 a 2021, utilizando las ecuaciones de búsqueda “Convergence NBIC” y “Entrepreneurship AND Technology-Based Company”. resultando en 60 y 118 publicaciones respectivamente.

Posteriormente, los resultados de la búsqueda fueron procesados en el Tree of Science - ToS (Valencia et al., 2020) para clasificar las publicaciones según su relevancia en tres categorías: Raíces (20), Tronco (20) y Hojas (39). Se excluyeron documentos seminales anteriores al año 2000 para enfocarse en los resultados más relevantes para el estudio.

El Tree of Science utiliza el algoritmo SAP para visualizar la literatura con mayor número de conexiones y extraer información de la base de datos de WoS, incluyendo relaciones de citación entre los artículos, autores, fechas de publicación, revistas, volúmenes, páginas e identificadores de objetos digitales (DOI). A partir de la clasificación mencionada se configuraron categorías emergentes a partir de una codificación axial (Strauss y Corbin, 2002) para cada una de las categorías del ToS.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis de clustering utilizando el resultado obtenido al procesar la base de datos unificada con el software VOSViewer. Este análisis generó un mapa bidimensional que ilustra las tendencias de las palabras clave relacionadas, la frecuencia de co-ocurrencia, la aparición conjunta y la evolución temporal, permitiendo una interpretación más profunda de las relaciones entre las unidades de análisis (Gálvez, 2018).

## **Resultados y Discusión**

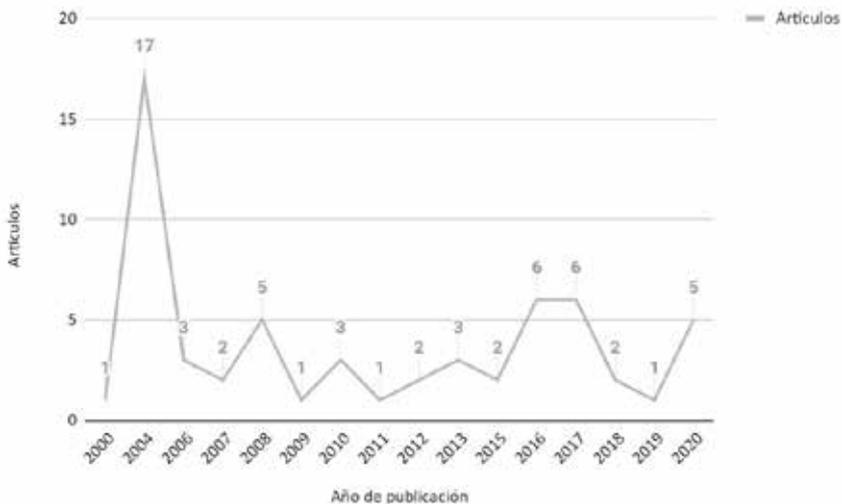
En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la investigación, así como las discusiones derivadas de estos hallazgos. Para una comprensión más detallada, se estructurará en tres secciones principales. En primer lugar, se realizará una revisión bibliométrica de los conceptos relevantes utilizando la base de datos Web of Science

(WoS). A continuación, se discutirá la clasificación de las publicaciones utilizando la metodología del Tree Of Science (ToS). Por último, se explorarán los resultados del análisis de clustering y las tendencias identificadas a partir de los datos recopilados. Estas secciones proporcionarán una visión integral y detallada de los temas abordados en el estudio, así como una base sólida para las discusiones posteriores.

#### Revisión bibliométrica de los conceptos en WoS

Mediante la ecuación de búsqueda *Convergence NBIC* (por sus términos en inglés) se identifican un total de sesenta documentos publicados a la fecha de esta investigación; ésta arrojó varios picos de publicaciones, tal como se observa en la Figura 4-1.

**Figura 4-1.** Artículos de *Convergence NBIC* por año de publicación.



Además, consolida un índice h de 14 y un promedio de citas por documento de 12,88 donde los resultados de la búsqueda han sido citados 773 veces y la cantidad de artículos en los que se cita es de 703. Así mismo, se identifican los autores más citados con denominación de artículos y cantidad de menciones: Bach (2014) “Tactile sensory substitution studies” (124); Bedau, McCaskill, Packard, y Rasmussen (2010)

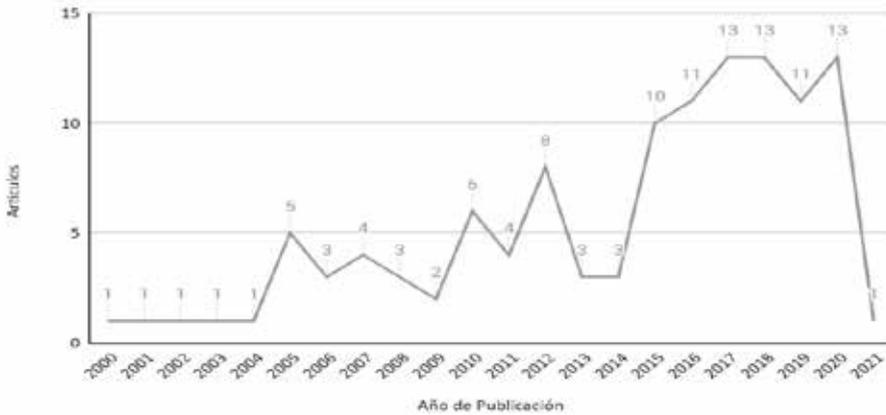
con “Living Technology: Exploiting Life’s Principles in Technology” (61); Roco (2008) “Possibilities for global governance of converging technologies” (44); y Wolbring (2008) “Why NBIC? Why human performance enhancement?” (43).

A pesar de que han pasado casi dos décadas desde que se formuló el concepto de convergencia NBIC, se puede inferir que éste continúa en constante evolución y se reconoce como un tema novedoso y complejo en la investigación científica. Aunque todavía existe una cantidad limitada de publicaciones sobre el tema, esto sugiere que hay un gran potencial para seguir explorando y descubriendo nuevas dimensiones y aplicaciones de la convergencia NBIC en diversos campos del conocimiento.

A partir de estos hallazgos, se establece que el diseño de productos y/o artefactos involucra la convergencia de tecnologías, lo cual se hace aún más evidente a partir del año 2001 con las tecnologías convergentes; se relaciona de manera directa con los desarrollos en nanotecnología, biotecnología, tecnología de la información y ciencias cognitivas para la mejora del desempeño humano, aumentando la visibilidad específicamente de la nanotecnología.

En lo referente al concepto de emprendimiento de base tecnológica (EBT), los resultados de la búsqueda de este concepto permitieron concluir que también se encuentra en desarrollo; se encuentran 118 documentos sin llevar a cabo ningún filtro; el primero de estos fue publicado en el año 2000. En la Figura 4-2, se observa la tendencia de publicaciones en el periodo de tiempo delimitado en la investigación.

**Figura 4-2.** Artículos de EBT por año de publicación.



Además, consolida un índice h de 30 y un promedio de 44,24 citas por documento. Los resultados de la búsqueda han sido citados (5220) veces y la cantidad de artículos en los que se cita es de (5171); también se identifica que los cinco autores más citados son: Lee, Lee y Pennings (2001) “Internal capabilities, external networks, and performance: A study on technology-based Ventures” (949); Rothaermel et al., (2007) “University entrepreneurship: a taxonomy of the literature” (725); O’Shea, et al., (2005) “Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of US universities” (482); Burgel y Murray (2000) “The international market entry choices of start-up companies in high-technology industries” (246); y por último, están los autores Mustar et al., (2006) “Conceptualising the heterogeneity of research-based spin-offs: A multi-dimensional taxonomy” (244).

El término EBT se originó con Little (1977), quien lo describió como empresas independientes que existen por no más de 25 años y que se basan en la explotación de una invención o innovación tecnológica que conlleva un riesgo significativo. Dos décadas después, la Oficina de Evaluación Tecnológica (1992) definió a las EBT como organizaciones que producen bienes y servicios y están comprometidas con la creación de nuevos productos y/o procesos de fabricación innovado-

res, mediante la aplicación sistemática de conocimientos científicos y técnicos (Díaz, et al., 2013).

Una definición actualizada de empresas de base tecnológica (EBT) se refiere a empresas recién creadas que no han transcurrido más de 3.5 años desde su fundación (entre 0,5 y 3,5 años), y deben operar en sectores de tecnología media-alta o alta (Souto, 2012). Además, estas empresas ofrecen al mercado productos y servicios con capacidades sobresalientes y soluciones innovadoras para satisfacer necesidades emergentes y no satisfechas (Martínez, et al., 2019).

Dichas soluciones innovadoras en emprendimiento se observan en los documentos identificados y permiten reconocer que hay innovaciones que han cambiado por completo los paradigmas empresariales, laborales y productivos, denominadas como innovaciones disruptivas. Estas son descritas como el proceso en el que un producto o servicio que en su inicio es considerado de poca importancia o tiene un número reducido de seguidores o usuarios, repentinamente genera un gran impacto en el mercado, convirtiéndose en el líder del mercado en poco tiempo y desplazando a los competidores previamente establecidos (Roco, 2008; Trimi y Berbegal, 2012; Talaia, 2016; Rydehell, 2019).

Se trata de una innovación que involucra la introducción de nuevos equipos, habilidades, organizaciones y/o valores que mejoran significativamente un producto o servicio de una manera inesperada por el mercado. Esto resulta en un aumento del número de usuarios que desean utilizar el producto o servicio, y generalmente reduce los costos de soluciones anteriores. Es importante destacar que la innovación disruptiva busca crear nuevas necesidades y mercados con productos o servicios que los clientes aún no saben que necesitan (Lockett y Wright, 2003; Roco, 2008; Schneider y Veugelers, 2010; Mascarenhas, 2017).

## **Clasificación de las publicaciones - Tree Of Science (ToS)**

En la categoría ROOT (raíz) los resultados hacen referencia a aportes de artículos pioneros en el desarrollo de ambos conceptos. En los resultados se observan las temáticas y líneas de investigación:

Tipología de estrategias de incubación de empresas emergentes en instituciones de investigación europeas (Clarysse, 2005); la conexión entre el éxito en el crecimiento de nuevas empresas de base tecnológica y las habilidades y conocimientos de los fundadores que las crean (Colombo, 2005); el desarrollo de empresas universitarias a partir de investigación basada en casos (Vohora, 2004); el concepto de innovación abierta (Chesbrough, et al., 2003); la explotación de la propiedad intelectual a partir de startups universitarias (Di Gregorio, 2003); el potencial e impacto de las tecnologías convergentes (Nordmann, 2004); el análisis de la sinergia de cuatro provincias principales “NBIC” (nano-bio-info-cogno) de ciencia y tecnología (Roco, 2003).

Así como los parques científicos y el crecimiento de nuevas empresas de base tecnológica y sus valores agregados a partir de vínculos academia e industria (Lofsten, 2002); los recursos iniciales empleados por emprendedores y su impacto en la vida organizacional (Shane, 2002); la efectividad de incubadoras tecnológicas para establecer y crear empresas de base tecnológica en Italia a partir de la creación de redes y acceso a subsidios públicos (Colombo, 2002).

A partir de los aportes investigativos se pueden identificar varias categorías emergentes de investigación que resumen el aporte de los aportes de los pioneros identificados enfocados en el desarrollo conceptual, que incluye:

- Estrategias de incubación de empresas emergentes en instituciones de investigación.
- Desarrollo de empresas emergentes universitarias a partir de investigaciones basadas en casos aplicados.

- Recursos iniciales empleados por emprendedores y su impacto en la vida organizacional
- Relación entre el crecimiento de nuevas empresas de base tecnológica y el capital humano de los fundadores.
- El impacto de los parques científicos e incubadoras tecnológicas en la creación y crecimiento de nuevas empresas de base tecnológica.
- Desarrollo del concepto inicial de Innovación abierta.
- Explotación de la propiedad intelectual a partir de startups universitarias.
- Potencial e impacto de la sinergia entre las tecnologías convergentes “NBIC”.

En la categoría *trunk* (tronco) los resultados hacen referencia a artículos donde ambos temas de interés obtuvieron una estructura y en ambos casos los primeros autores en descubrir ambas aplicabilidades. Las palabras clave que arrojó el ToS en esta categoría fueron: *technology-based firms, entrepreneurship, research-and-development, investment, innovation*.

En los resultados se observan las temáticas y líneas de investigación: Análisis de la ley de startups en Italia y las restricciones financieras y su impacto en empresas jóvenes innovadoras en Italia (Giraudó, et al., 2019); la tecnología dentro de la convergencia NBIC (Grebenshchikova, 2018); la innovación abierta en los startups (Spender, et al., 2017).

También, las incapacidades de asociación de disciplinas en torno a la convergencia NBIC (André, 2017); la relación entre los recursos estratégicos y el proceso de lanzamiento de nuevos productos en incubadoras de empresas de base tecnológica en Brasil (Fernández de Miranda et al., 2017); la supervivencia de empresas de base tecnológica

post-incubadas (Tumelero, et al., 2016); la convergencia del conocimiento y la tecnología en beneficio de la sociedad (Roco y Bainbridge, 2013); la tipología y desempeño de incubadoras (Barbero, et al., 2012).

Así mismo, la seguridad y privacidad en EBTs (Ganascia, 2011); resultados innovadores en empresas alemanas jóvenes altamente innovadoras (Schneider y Veugelers, 2010); el capital de riesgo para la puesta en marcha de EBTs (Knockaert, et al., 2010); el impacto de políticas de innovación en empresas jóvenes altamente innovadoras en Alemania (Schneider y Veugelers, 2010).

Además de las críticas a la nanoescala, convergencia NBIC y a la mejora del desempeño del ser humano (Wolbring, 2008); la taxonomía del emprendimiento universitario (Rothaermel, et al., 2007); la perspectiva ética de la convergencia NBIC y sus avances (Kusch, 2007); la heterogeneidad del spin offs basadas en investigación (Mustar, et al, 2006); la orientación emprendedora, tecnológica y transferencia de tecnología en universidades estadounidenses (O'shea, et al., 2005).

Sumado a lo anterior, están las implicaciones de los desarrollos y avances de la convergencia aplicados al mejoramiento del desempeño humano desde la perspectiva científica y empresarial (Spohrer y Engelbart, 2004); la perspectiva legal a partir de los avances de la convergencia de tecnologías (Miller, 2004); la evolución de los sistemas semánticos basados en ideas de la biología evolutiva y métodos de la tecnología de la información (Bainbridge, 2004); los vínculos basados en patrocinio: la relación entre capacidades internas y redes externas en empresas basadas en tecnología en Corea del Sur (Lee, et al., 2001).

A partir de los aportes investigativos se pueden identificar varias categorías emergentes de investigación que resumen el aporte de los autores que propusieron la aplicabilidad de los conceptos propuestos, que incluyen:

- Convergencia del conocimiento y la tecnología en beneficio de la sociedad.

- Orientación emprendedora, tecnológica y transferencia de tecnología en universidades.
- Perspectiva ética y tecnoética en la convergencia NBIC y sus avances.
- Críticas, perspectiva legal e implicaciones de los desarrollos y avances de la convergencia.
- NBIC aplicados al mejoramiento del desempeño humano desde la perspectiva científica y empresarial.
- Incapacidades de asociación de disciplinas en torno a la convergencia NBIC.
- Impacto de políticas de innovación y resultados innovadores en empresas jóvenes altamente innovadoras.
- Taxonomía del emprendimiento universitario.
- Estratégicos y el lanzamiento de nuevos productos en incubadoras de EBT
- Supervivencia de empresas de base tecnológica post incubadas
- Análisis de las legislaciones de startups en distintos países y su impacto en empresas emergentes.

En la categoría *leaves* (hojas) los resultados hacen referencia a artículos y revisiones recientes. Las palabras clave que arrojó el ToS en esta categoría son: *entrepreneurship*, *performance*, *technology-based firms*, *growth*, *innovation*. En los resultados se observan las temáticas y líneas de investigación:

El desarrollo de spin offs académicas en España y Colombia (Morales, 2020b); la adopción de procesos de innovación abierta por parte de startups (Mastrostefano, 2020); la atracción de talento hacia parques científicos en el marco triple hélice (Cadorin, 2020); la diferencia en

la supervivencia entre startups innovadoras verdes y no verdes en Italia (Serio, 2020); la discusión del aporte de la convergencia NBIC al desarrollo del sector de la nanomedicina (Frochot, 2020); medidas políticas introducidas en el contexto italiano para protección de las innovaciones de jóvenes empresas innovadoras (Colombelli, 2020).

También la gobernanza académica: el impacto de los profesores en el rendimiento económico de las startups universitarias que han pasado por un proceso de incubación previo (Scagnelli, 2019); redes comerciales y efectos de localización: redes comerciales y comercialización de la innovación en nuevas empresas de base tecnológica en Suecia (Rydehell, 2019); El impacto de las redes en el fortalecimiento de las habilidades tecnológicas de empresas de base tecnológica - EBT que han completado su ciclo de incubación en Brasil (Tumelero, 2018).

Continuando con la efectividad de las incubadoras de negocio en República Checa (Dvoulety, 2018); las relaciones interdisciplinarias del conjunto de tecnologías convergentes NBIC (Jamali, 2018); tendencias de la universidad emprendedora (Mascarenhas, 2017); el valor económico del cambio tecnológico y de la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) como indicadores de actividades innovadoras realizadas por empresas en Vietnam (Santarelli, 2017).

Además de la relación entre interpretación de políticas y diseño de programas de apoyo y desarrollo de la innovación de pymes de base tecnológica en una región periférica del Reino Unido (Galbraith, 2017); la relación entre el rendimiento de nuevas empresas de base tecnológica y las medidas de apoyo, tanto duras como blandas, entregadas a los empresarios (Ramaciotti, 2017); el impacto de incubadoras de empresas tecnológicas en Galicia - España (Seoane, 2016); experiencias e influencia generacional de fundadores universitarios de emprendimientos en futuras actividades spinoff (Ciuchta, 2016).

Seguidamente están las capacidades organizativas para la supervivencia de las nuevas empresas de base tecnológica (Lofsten, 2016); dimen-

siones que afectan el diseño organizacional de emprendimientos de alta tecnología (Massimo, 2016); evidencia empírica de las características especiales de las startups innovadoras frente a todo el ámbito de las empresas innovadoras, en el contexto de la política de innovación y el emprendimiento social (Mas-Tur, 2016); factores que influyen en la capacidad de recaudación de fondos de nuevas empresas/ startups innovadoras (Talaia, 2016); dimensiones para la capacidad de fijación de precios en empresas basadas en alta tecnología (Flatten, 2015).

En esta misma línea se encuentra el éxito de incubadoras de emprendimiento desde un enfoque basado en recursos para el desarrollo de EBT (M'Chirgui, 2015); roles alternativos de mediación para los parques científicos en la relación ciencia-industria (Heinrichs, 2015); la asociación entre el comportamiento de los capitalistas de riesgo y su participación en actividades de valor agregado en empresas de alta tecnología (Knockaert, 2013); estrategias de adquisición de conocimiento en spin offs universitarias (Valmaseda, 2012);

Los resultados también incluyen las decisiones de comercialización de spin offs basadas en investigación (Conceicao, 2012); formación de redes en incubadoras de empresas de base tecnológica en Canadá (Sa, 2012); estrategias de adquisición de conocimiento de las spin-off universitarias en Andalucía - España (Valmaseda, y Hernández, 2012); los obstáculos que se presentan al intentar resolver los problemas legales relacionados con la “convergencia NBIC” (Desmoulin-Canselier, 2012); la conexión existente entre los parques científicos y las incubadoras, junto con las spin-offs a nivel regional en Italia (Salvador, 2011).

Junto con lo anterior está el aprendizaje significativo como motor para las nuevas empresas de base tecnológica (Strehle, 2010); el marco para la creación de valor en ventures corporativos (Narayanan, 2009); el avance logrado en la supervisión de las tecnologías emergentes convergentes NBIC y las perspectivas de una estrategia mundial al respecto (Roco, 2008); internacionalización de empresas tecnoló-

gicas (Zhang, 2007); la ética de la convergencia NBIC (Khushf, 2007); procesos de adaptación en nuevos emprendimientos basados en tecnología (Andries, 2006); los avances en la gobernanza de tecnologías convergentes y emergentes que se integran con las más tradicionales (Roco, 2006).

Y finalmente la conexión existente entre los recursos tecnológicos, la formación de asociaciones y el progreso continuo de los startups de tecnología (Kelley, 2005); tendencias de investigación, educación, actividades de financiación y el potencial de desarrollo de productos y servicios revolucionarios en el marco NBIC (Roco, 2004).

A partir de los aportes investigativos se pueden identificar varias categorías emergentes de investigación que resumen el aporte de las investigaciones que proponen nueva aplicabilidad de los conceptos propuestos, que incluyen:

- Redes y comercialización de la innovación en nuevas EBT.
- Influencia de las redes en el desarrollo de las capacidades tecnológicas de EBT que finalizan programas de incubación.
- Innovación, emprendimiento y sostenibilidad en EBT.
- Capacidades organizativas para la supervivencia de las nuevas EBT.
- Capacidad de fijación de precios en empresas basadas en alta tecnología.
- Experiencias e influencia generacional de fundadores universitarios de emprendimientos en futuras actividades spin-off.
- Capacidad de recaudación de fondos de nuevas empresas/startups innovadores.
- Características especiales de los startups innovadores frente a todo el ámbito de las empresas innovadoras, en el contexto de

la política de innovación y el emprendimiento social (evidencia empírica).

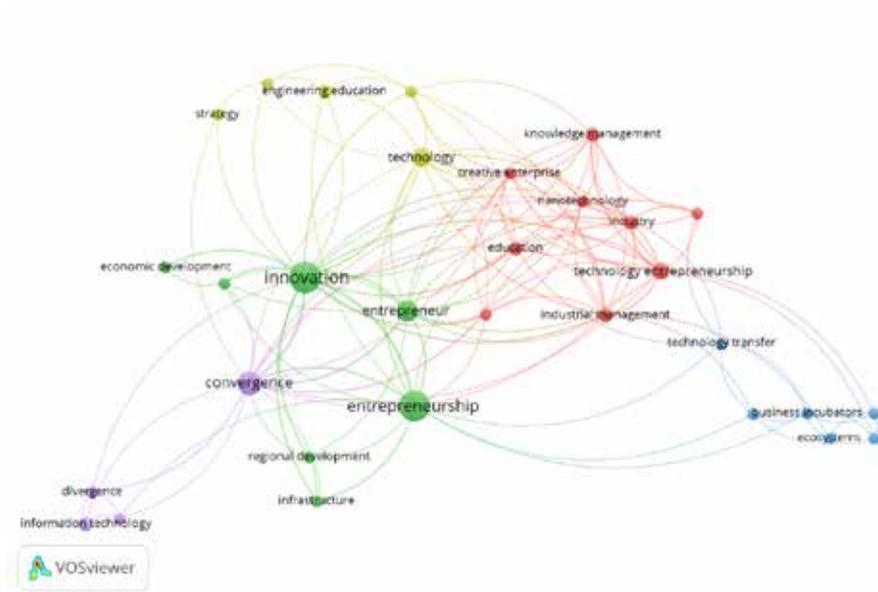
- El éxito de incubadoras de emprendimiento desde un enfoque basado en recursos para el desarrollo de EBT.
- Atracción de talento hacia parques científicos e incubadoras de empresas en el marco triple hélice.
- Valor económico del cambio tecnológico y de la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) como indicadores de actividades innovadoras realizadas por empresas.
- Políticas y diseño de programas de apoyo y desarrollo de la innovación de pymes de base tecnológica.

## **Clusterig y tendencias**

En los resultados del VOSViewer se identificó que el progreso tecnológico está impulsado no solo por la intercepción del componente innovación, sino también por el proceso de absorción de tecnología en las diferentes esferas de la sociedad; sin embargo, las diferentes instituciones y organizaciones deben incursionar sustancialmente en nuevas políticas e incluso imitar y adoptar innovaciones desarrolladas por regiones con más avances, de modo que cuanto más acciones se realizan para cerrar la brecha tecnológica, mayor será el impacto sobre el progreso y crecimiento de esa región.

En este estudio se examinó la aparición simultánea de nodos relacionados con la tecnología y el emprendimiento mediante la Figura 43. Los resultados indican que el nodo de innovación verde tiene la fuerza de co-ocurrencia más alta, seguido por el nodo de emprendimiento tecnológico rojo, la convergencia purpura y la tecnología amarilla.

**Figura 4-3.** Cluster de relaciones interdisciplinarias.



El análisis muestra que los nodos principales de innovación y emprendimiento son de igual tamaño y están seguidos por el subnodo de emprendimiento. También se identificaron subnodos relacionados con la infraestructura, el desarrollo regional y el desarrollo económico, lo que sugiere que estas son variables que dependen del surgimiento de emprendedores, emprendimientos e innovaciones.

Estos hallazgos son importantes ya que ilustran la interrelación entre tecnología, emprendimiento y desarrollo económico, y pueden ser utilizados para guiar futuras políticas y estrategias de fomento a la innovación y el emprendimiento. Es fundamental seguir investigando en este ámbito para comprender mejor la dinámica de estas variables y cómo pueden contribuir al crecimiento económico sostenible y al desarrollo regional.

En el nodo de tecnología (amarillo) aparecen los subnodos estrategia, ingeniería y educación (strategy, engineering y education). En

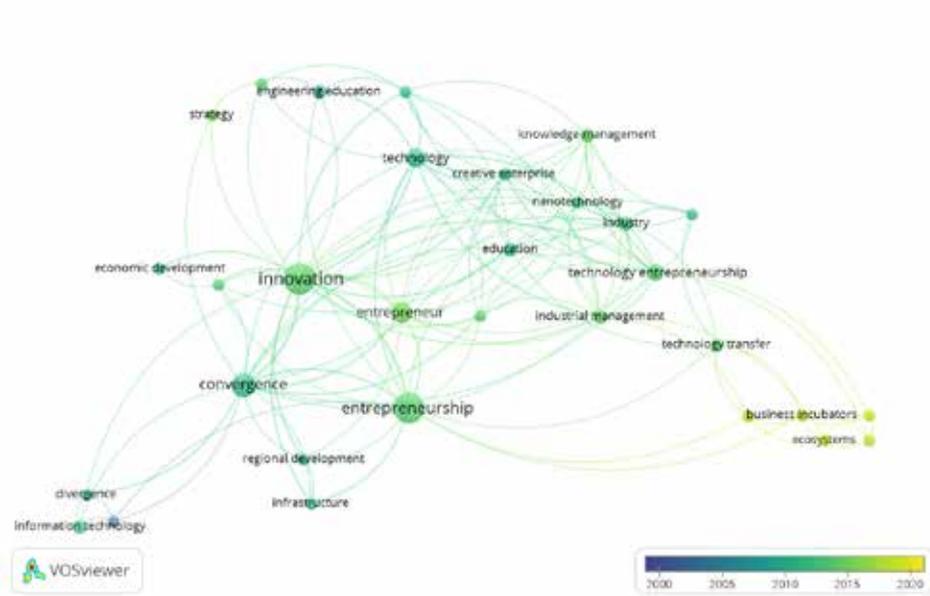
el nodo emprendimiento tecnológico (rojo) gira alrededor de los subnodos de la gestión industrial y del conocimiento (knowledge and industrial management), empresas creativas (creative enterprise), nanotecnología (nanotechnology) y educación (education). Se observa tanto en el nodo de tecnología (technology), como en el de emprendimiento tecnológico (technology entrepreneurship), la educación como elemento común.

Por su parte, el nodo de transferencia de tecnología (azul) (technology transfer) compuesto por los subnodos negocios (business), incubadoras (incubators) y ecosistemas (ecosystems) está relacionado con el nodo de emprendimiento tecnológico (rojo) e innovación (verde). Finalmente, en el nodo de la convergencia (convergence) en púrpura, convergen casi todos los nodos y subnodos relacionados, y está compuesto por los subnodos divergencia (divergence), tecnología (technology) e información (information).

Al examinar el nodo verde se resalta el desarrollo económico (economic development) como factor imprescindible para el crecimiento regional, y los movimientos hacia la convergencia ocurren solo cuando las regiones se vuelven similares en términos de sus habilidades adaptativas en sus diferentes sectores que son de base tecnológica.

En la Figura 44, se presenta un análisis temporal de las publicaciones relacionadas con los nodos identificados en la Figura 43. Se observa una tendencia al alza en el número de publicaciones relacionadas con innovación, emprendimiento tecnológico y convergencia, con un aumento significativo en los últimos diez años. Este resultado sugiere una creciente atención y dedicación en la investigación de estas temáticas, lo que refleja una importante evolución en el campo de estudio en cuestión.

**Figura 4-4.** Mapa de la evolución de los términos a través de los años.



Los términos que dieron inicio en el año 2000 a la relación fueron: la tecnología, la divergencia y la educación. Estos son los inicios de la relación. Aquí se enlaza con el aporte de la categoría ROOT, la cual da cuenta de investigaciones dirigidas a dar alcance a los conceptos seminales de la Convergencia NBIC y las EBT, tipologías y su relación con la universidad y sus capacidades.

Aproximadamente a partir del año 2008 las investigaciones iniciales darían lugar a otras que tuvieran como eje de investigación los temas: tecnología, tecnología para el emprendimiento, convergencia, infraestructura, desarrollo regional y educación. De esto se infiere que a partir de este periodo se avanzó hacia investigaciones que exploraban el componente tecnológico y su impacto en el desarrollo de las economías y en la relación con la educación como mecanismo de transferencia tecnológica.

Se comenzó a explorar el tema de la convergencia de tecnologías y cómo estas impactan los emprendimientos. Luego puede observarse que aproximadamente a partir de 2012, las investigaciones giraron en torno al emprendimiento, emprendedores, innovación, desarrollo económico, transferencia tecnológica, empresas creativas, gestión del conocimiento, ingeniería y nanotecnología.

Durante esta etapa se han llevado a cabo investigaciones que han explorado la relación entre el emprendimiento, la innovación y la disrupción empresarial, y su impacto en el desarrollo económico. También se ha estudiado cómo la gestión del conocimiento y la creatividad empresarial pueden contribuir a este proceso, así como los nuevos avances en tecnologías emergentes como la nanotecnología, que permiten la comercialización de tecnologías derivadas de recientes descubrimientos.

Además, la categoría TRUNK ha hecho importantes contribuciones en temas relacionados con la innovación abierta en los startups, la supervivencia de empresas de base tecnológica, las organizaciones emergentes, el impacto de las incubadoras de negocios, las restricciones de financiamiento para los startups y la influencia de las políticas nacionales en el fomento de la innovación y el emprendimiento.

Del 2017 hasta la fecha se observa que las publicaciones giran alrededor de los temas Negocios, Incubadoras, y Ecosistemas. Esto da cuenta que en esta etapa las investigaciones trascendieron el estudio de la relación (NBIC y EBT) buscando soluciones para cerrar las brechas para la promoción del emprendimiento de base tecnológica entre las diferentes regiones del mundo. De esta manera, las economías en desarrollo buscan emular las economías de aquellos países que ya tienen un desarrollo fuerte de la relación.

Esto se complementa con el aporte de la categoría LEAVES con temas como la trascendencia de los procesos de formación y aprendizaje en

emprendimiento universitario para la creación de startups y spin offs, la concentración de investigaciones en diversos tópicos relacionados con organizaciones emergentes (capacidades organizativas, diseños organizacionales, decisiones comerciales, etc.), la importancia de las redes de emprendimiento, las redes comerciales y la efectividad de la incubación universitaria de empresas tecnológicas, entre otros.

## **Conclusiones**

En el año 2000 surgió el concepto de convergencia tecnológica NBIC, pero a pesar de haber pasado dos décadas desde entonces, la revisión bibliográfica revela que solo hay 60 publicaciones científicas sobre el tema en la base de datos consultada.

Es posible que las tecnologías y los avances científicos hayan sido abordados de manera disciplinaria o en pares, en lugar de ser tratados de manera integrada. En cuanto al emprendimiento de base tecnológica (EBT), no existe una definición universalmente aceptada, y la definición actual está en constante cambio y desarrollo. Sin embargo, se observa que los EBT están impulsando los procesos disruptivos en el mundo empresarial.

Existen evidencias que sugieren que la brecha tecnológica entre los países desarrollados y aquellos en proceso de desarrollo es significativa y tiene implicaciones en el crecimiento económico regional. Por lo tanto, es importante considerar cambios en las políticas públicas que puedan cerrar esta brecha y contribuir al desarrollo económico sostenible en la región.

Para lograr niveles de desarrollo económico similares a los de las regiones líderes, se requieren condiciones sociales y tecnológicas similares o cercanas al umbral tecnológico. Una forma de fomentar el crecimiento y la convergencia regional es promover actividades de investigación y desarrollo (I+D) tanto en el sector público como en el privado, así como en universidades, centros de investigación, par-

ques tecnológicos y otros. En este sentido, es necesario que las políticas estatales redirijan estas actividades para estimular las estructuras de producción y adoptar actividades basadas en la tecnología.

En las economías líderes, el emprendimiento tecnológico ha sido el resultado de procesos de educación y estímulo a la creación de empresas innovadoras, a partir de exitosos procesos de transferencia y difusión del conocimiento.

Estos ecosistemas de emprendimiento e innovación generan intercambio económico mediante la creación de nuevos empleos, la industria y la academia. En consecuencia, muchos recién egresados de las universidades están interesados en comercializar los nuevos conocimientos adquiridos, lo que fortalece a los startups como nichos de mercado.

La importancia del emprendimiento académico es vital en el ámbito de la innovación económica, ya que las universidades necesitan reforzar su potencial innovador para lograr una integración futura entre la ciencia y la economía real, y así impulsar el desarrollo del estado y la sociedad. Por lo tanto, se espera que las universidades contribuyan a la competitividad y el desarrollo sostenible de la economía nacional a través de la innovación (Abbasov, 2019).

De manera análoga Morales (2020a) considera que el progreso en el conocimiento se logra mediante un enfoque de aprendizaje integrado en el que las personas están capacitadas para desempeñar diversas funciones de manera interdisciplinaria, superando así el enfoque tradicional que consiste en concentrar habilidades en una sola tarea.

La investigación sugiere que los desarrollos y avances tecnológicos son esenciales para la competitividad y supervivencia de los emprendimientos. Esta tendencia se refleja en la creación de nuevas empresas, que siguen los cambios y avances tecnológicos.

Por lo tanto, es importante que la formación universitaria en emprendimiento sea objeto de revisión en las instituciones y gobiernos

de países en desarrollo, con el fin de fomentar la aparición de nuevas organizaciones emergentes de alto valor, como startups y spinoffs, como una estrategia para reactivar la economía en tiempos de crisis.

En este sentido, es importante considerar el cambio de enfoque del emprendimiento de supervivencia a los emprendimientos de alto valor, dada la limitación de los primeros frente a crisis económicas, pandemias y conflictos. Para que la convergencia de tecnologías NBIC se expanda, es necesario que los emprendedores cuenten con altos niveles de conocimiento especializado.

Por ende, la educación se convierte en la estrategia principal para transferir la tecnología y conectar a los emprendedores con la tecnología. En consecuencia, el cambio en la formación universitaria es fundamental para lograr este objetivo.

La brecha existente entre países latinoamericanos frente a países industrializados en materia de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) debe empezar a cerrarse. Se observa en la cantidad de publicaciones y autores por países, además de la evidencia empírica del rezago identificada en las mismas que esta brecha se está ampliando.

La experiencia que dejó la pandemia indica que es crucial que se promuevan empresas con un alto valor añadido. Por tanto, es necesario modificar la concepción de emprendimiento que se tiene en las universidades, ya que actualmente este tipo de iniciativas no son resultado del trabajo individual, sino de equipos multidisciplinarios.

Para fomentar la creación de nuevas empresas, es esencial que el sistema de financiamiento de la ciencia universitaria sea flexible y diverso. Esto requiere eliminar las barreras regulatorias que impiden la integración entre la educación y el sector real de la ciencia y la economía.

En cuanto a las relaciones comerciales, se debe mejorar la gestión y transferencia universitaria, considerando las particularidades de la innovación. Es necesario promover activamente la asociación entre

empresas, ciencia y educación para lograr una integración efectiva y mutuamente beneficiosa.

## Referencias

Abbasov, A. (2019). Academic Entrepreneurship as An Important Factor of Sustainable Economic Development. *37th International Scientific Conference on Economic and Social Development – “Socio Economic Problems of Sustainable Development” - Baku, 14-15 February 2019*. <https://doi.org/10.5220/0010595406500655>

Andre, J. (2017). NBIC convergence: risks and conditions for the possibility of other “silent” risks. *Environ Risque Sante*, 16(2), 178. <https://doi.org/10.1684/ers.2017.0970>

Andries, P. y Debackere, K. (2006). Adaptation in new technology-based ventures: Insights at the company level. *Int J Manag Rev*, 8(2), 91. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2006.00122.x>

Bach, P. (2006). Tactile Sensory Substitution Studies. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1013(1):83-91. <https://doi.org/10.1196/annals.1305.006>

Bainbridge, W. (2004). *The evolution of semantic systems*. *Ann Ny Acad Sci*, 1013, 150. <https://doi.org/10.1196/annals.1305.008>

Barbero J., Casillas, J., Ramos, A. y Guitar, S. (2012). Revisiting incubation performance How incubator typology affects results. *Technol Forecast Soc*, 79(5), 888. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.12.003>

Bedau, M. A., McCaskill, J. S., Packard, N. H., y Rasmussen, S. (2010). Living technology: Exploiting life’s principles in technology. *Artificial Life*, 16(1), 89-97. <https://doi.org/10.1162/artl.2009.16.1.16103>

Benavides-Sánchez, E. A., Castro-Ruiz, C. A. y Brand-Narváez, M. Á. (2021). Convergencia de tecnologías nano, bio, info y cogno: ¿a dón-

de nos trajo el futuro? En: Londoño-Cardozo, J. y Vásquez, O. I. (Eds. científicos). *La investigación en Administración: tendencias, enfoques y discusiones* (pp. 291- 319). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287501478.8>

BID (2020) Enfrentando la COVID-19 con Soluciones Innovadoras. recuperado de [enfrentando-covid-19-con-soluciones-innovadoras](https://doi.org/10.20868/upm.thesis.57827). <https://doi.org/10.20868/upm.thesis.57827>

Burgel, O., y Murray, G. C. (2000). The international market entry choices of start-up companies in high-technology industries. *Journal of International Marketing*, 8(2), 33-62. <https://doi.org/10.1509/jimk.8.2.33.19624>

Cadorin, E., Klofsten, M., Albahari, A. y Etzkowitz, H. (2020). Science Parks and the Attraction of Talents: Activities and Challenges. *Triple Helix-neth*, 6(1), 36. <https://doi.org/10.1163/21971927-00601002>

Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., y West, J. [Eds.]. (2006). *Open innovation: Researching a new paradigm*. Oxford University Press on Demand.

Ciuchta, M., Gong, Y., Miner, A., Letwin, C., y Sadler, A. (2016). Imprinting and the progeny of university spin-offs. *J Technol Transfer*, 41(5), 1113. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9464-1>

Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Van de Velde, E. y Vohora, A. (2005). *J Bus Venturing*, 20, 183. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.004>

Colombelli, A., Grilli, L., Minola, T., y Mrkajic, B. (2020). To what extent do young innovative companies take advantage of policy support to enact innovation appropriation mechanisms? *Res Policy*, 49(10). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.05.006>

Colombo, M. y Delmastro, M. (2002). How effective are technology incubators? Evidence from Italy. *Res Policy*, 31, 1103. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00178-0](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00178-0)

Colombo, M. y Grilli, L. (2005). Founders' human capital and the growth of new technology-based firms: A competence-based view. *Res Policy*, 34, 795. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.010>

Colombo, M., Lamastra, C. R., y Matassini, B. (2016), The Organizational Design of High-Tech Entrepreneurial Ventures, *Foundations and Trends in Entrepreneurship*: Vol. 11: No. 6, pp 427-523. <https://doi.org/10.1561/03000000053>

Conceicao, O., Fontes, M. y Calapez, T. (2012). The commercialisation decisions of research-based spin-off: Targeting the market for technologies. *Technovation*, 32(1), 43. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.07.009>

Desmoulin-Canselier, S. (2012). What Exactly Is It All About? Puzzled Comments from a French Legal Scholar on the NBIC Convergence. *Nanoethics*, 6(3), 243. <https://doi.org/10.1007/s11569-012-0153-3>

Di Gregorio, D. y Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32, 209. [https://doi-org/10.1016/S0048-7333\(02\)00097-5](https://doi-org/10.1016/S0048-7333(02)00097-5)

Díaz, E., Souto, J. y Tejeiro, M. (2013). NEBTS3. *Nuevas Empresas de Base Tecnológica*. Fundación Madri+d para el conocimiento. ISBN: 978-84-15562-52-8

Dvoulety, O., Longo, M, Blazkova, I., Lukes, M. y Andera, M. (2018). Are publicly funded Czech incubators effective? The comparison of performance of supported and non-supported firms. *Eur J Innov Manag*, 21(4), 543. <https://doi.org/10.1108/ejim-02-2018-0043>

Echeverría, J. (2009). Interdisciplinarietà y convergencia tecnocientífica nano-bio-info-cogno. *Sociologias*. <https://doi.org/10.1590/s1517-45222009000200003>

Fernandes, C., de Miranda, M., Sbragia, R. y Mendes, F. (2017). Strategic assets in technology-based incubators in Brazil. *Eur J Innov Manag*, 20(1), 153. <https://doi.org/10.1108/ejim-04-2016-0043>

Flatten, T., Engelen, A., Moller, T. y Brettel, M. (2015). How Entrepreneurial Firms Profit from Pricing Capabilities: An Examination of Technology-Based Ventures. *Entrep Theory Pract*, 39(5). <https://doi.org/10.1111/egio.12098>

Fontela, E. (2006). Convergencia NBIC 2005. El desafío de la convergencia de las nuevas tecnologías (Nano-Bio-Info-Cogno). <https://doi.org/10.2307/j.ctv1m0kgsp.11>

Frochot, C., Schaer, E. y Andrés, J. (2020). Don't be afraid of the nanoparticles, it's egi3n ill-prepared nano crisis. *Environ Risque Sante*, 19(6). <https://doi.org/10.1684/ers.2020.1488>

Galbraith, B., McAdam, R., Woods, J. y McGowan, T. (2017). Putting policy into practice: an exploratory study of SME innovation support in a peripheral UK egi3n. *Entrep Region Dev*, 29(7-8), 668. <https://doi.org/10.1080/08985626.2017.1325939>

Galvez, C. (2018). Análisis de co-palabras aplicado a los artículos muy citados en Biblioteconomía y Ciencias de la Información (2007-2017). *Transinformaç3o*, 30(3), 277-286. <https://doi.org/10.1590/2318-08892018000300001>

Ganascia, J. G. (2011). The new ethical trilemma: Security, privacy and transparency. *Cr Phys*, 12(7), 684. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2011.07.002>

Giraud, E., Giudici, G. y Grilli, L. (2019). Entrepreneurship policy and the financing of young innovative companies: Evidence from the Italian Startup Act. *Res Policy*, 48(9). <https://doi.org/10.1016/j.res-pol.2019.05.010>

Grebenshchikova E. (2016). NBIC-Convergence and Technoethics: Common Ethical Perspective. *Int J Technoethics*, 7(1), 77. <https://doi.org/10.4018/ijt.2016010106>

Heinrichs, S., Tischler, J. y Walter, A. (2015). Classifying Business Incubators of Technology-based Companies: An Empirical Approach. *Betrieb Forsch Prax*, 67(1), 89.

Henk, A (2007). *Nanotechnologies, ethics and politics*. Ethics series. Unesco publishing.

Jamali, Azadi y Asadi (2018), *Interdisciplinary Relations of Converging Technologies: Nano-Bio-Info-Cogno (NBIC)*. *Scientometrics* (2018) 116:1055-1073. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2776-9>

Kantis, H. y Angelelli, P. (2020) *Emprendimientos de base científico-tecnológica en América Latina: Importancia, desafíos y recomendaciones para el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0002156>

Kelley, D. J. y Nakosteen, R. (2005). Technology resources, alliances, and sustained growth in new, technology-based firms. *IEEE T Eng Manage*, 52(3), 292. <https://doi.org/10.1109/tem.2005.851272>

Khushf, G. (2007). The ethics of NBIC convergence. *J Med Philos*, 32(3), 185. <https://doi.org/10.1080/03605310701396950>

Knockaert, M. y Vanacker, T. (2013). The association between venture capitalists' selection and value adding behavior: evidence from early stage high tech venture capitalists. *Small Bus Econ*, 40(3), 493. <https://doi.org/10.1007/s11187-011-9378-8>

Knockaert, M., Clarysse, B. y Wright, M. (2010). The extent and nature of heterogeneity of venture capital selection behaviour in new technology-based firms. *R&D Manage*, 40(4), 357. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00607.x>

Lee, C., Lee, K. y Pennings, J. (2001). Internal capabilities, external networks, and performance: A study on technology-based ventures. *Strategic Manage J*, 22(6-7), 615. <https://doi.org/10.1002/smj.181>

Lofsten, H. (2016). Organisational capabilities and the long-term survival of new technology-based firms. *Eur Bus Rev*, 28(3), 312. <https://doi.org/10.1108/ebr-04-2015-0041>

Lofsten, H. y Lindelof, P. (2002). Science Parks and the growth of new technology-based firms—academic-industry links, innovation and markets. *Res Policy*, 31, 859. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00153-6](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00153-6)

Martinez, I., Guillo, N. y Santero, R. (2019). *La economía social en el emprendimiento de base tecnológica en España. un análisis cualitativo*. <https://doi.org/10.7203/ciriec-e.96.12969>

Mascarenhas, C., Marques, C., Rei, A., y Santos, G. (2017). Entrepreneurial university: towards a better understanding of past trends and future directions. *J Enterp Communities*, 11(3), 316. <https://doi.org/10.1108/jec-02-2017-0019>

Mastrostefano, K., Morales, G., Marco, G., Grimaldi, M. y Blanco, J. (2020). The importance for a start-up to trust in Open Innovation: A systematic literature review. *Econ Bus Lett*, 9(4), 289. <https://doi.org/10.17811/ebl.9.4.2020.289-297>

Mas-Tur, A. y Sapena, J. (2016). Different innovation policies for different types of innovative companies? Social implications. *Eur J Int Manag*, 10(4), 467. <https://doi.org/10.1504/ejim.2016.077425>

M'Chirgui, Z., Guerfali, A., Lamine, W. y Safouane, M. (2015). Boosting new venture projects through incubator development programme. *Appl Econ Lett*, 22(6), 436. <https://doi.org/10.1080/13504851.2014.948667>

Miller, S. (2004). How the legal system should change as a result of converging technologies. *Ann Ny Acad Sci*, 1013, 178. <https://doi.org/10.1196/annals.1305.009>

Morales, S. (2020a). A Look at The Evolution of The Academic Spin-offs Creation in Iberoamerican Countries: The Cases of Spain and Colombia. *Tec Empresarial*, 14(2), 32. <https://doi.org/10.18845/te.v14i2.5093>

Morales, J. (2020b). Utilidad y aplicaciones de las tecnologías convergentes. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI*, 4(1), 43–53. <https://doi.org/10.36314/cunori.v4i1.108>

Mustar P., Renault, M., Colombo, M., Piva, E., Fontes, M., Lockett, A., Wright, M., Clarysse, B. y Moray, N. (2006). Conceptualising the heterogeneity of research-based spin-offs: A multi-dimensional taxonomy. *Res Policy*, 35(2), 289. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.11.001>

Narayanan, V., Yang, Y. y Zahra, S. (2009). Corporate venturing and value creation: A review and proposed framework. *Res Policy*, 38(1), 58. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.08.015>

Nordmann, A. (2004). *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies*. *Converging Technolog.*.

O'Shea R., Allen, T., Chevalier, A. y Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of US universities. *Res Policy*, 34(7), 994. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.05.011>

Oyna, S., Almor, T., Elango, B. y Tarba, S. (2018). Maturing born globals and their acquisitive behaviour. *Int Bus Rev*, 27(3), 714. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2017.12.002>

Ramaciotti, L., Muscio, A. y Rizzo, U. (2017). The impact of hard and soft policy measures on new technology-based firms. *Reg Stud*, 51(4), 629. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1255319>

Roco MC. (2004). Science and technology integration for increased human potential and societal outcomes. *Ann Ny Acad Sci*, 1013, 1. <https://doi.org/10.1196/annals.1305.001>

Roco, M. (2002). Converging Technologies for Improving Human Performance: Integrating from the Nanoscale. *Journal of Nanoparticle Research volume 4*, pp. 281-295. <https://doi.org/10.1023/A:1021152023349>

Roco, M. (2006). Progress in governance of converging technologies integrated from the nanoscale. *Ann Ny Acad Sci*, 1093, 1. <https://doi.org/10.1196/annals.1382.002>

Roco, M. (2008). Possibilities for global governance of converging technologies. *J Nanopart Res*, 10(1). <https://doi.org/10.1007/s11051-007-9269-8>

Roco, M., y Bainbridge, W. (2013). The new world of discovery, invention, and innovation: convergence of knowledge, technology, and society. *J Nanopart Res*, 15(9). <https://doi.org/10.1007/s11051-013-1946-1>

Rothaermel F., Agung, S. y Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Ind Corp Change*, 16(4), 691. <https://doi.org/10.1093/icc/dtm023>

Rydehell, H., Isaksson, A. y Lofsten, H. (2019). Business networks and localization effects for new Swedish technology-based firms' innovation performance. *J Technol Transfer*, 44(5), 1547. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9668-2>

Sa, C. y Lee, H (2012). Science, business, and innovation: understanding networks in technology-based incubators. *Ryd Manage*, 42(3), 243. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2012.00681.x>

Salvador, E. y Rolfo, S. (2011). Are incubators and science parks effective for research spin-offs? Evidence from Italy. *Sci Publ Policy*, 38(3), 170. <https://doi.org/10.3152/016502611x12849792159191>

Sánchez, F. y López-Campos, G. (2006). Convergencia de tecnologías: nuevas oportunidades para el avance de la informática y de las ciencias biomédicas. *RevistaSalud.com*. Vol. 2, Número 6 (2006).

Sánchez, R., Rosario, M., Herrera, D., Rodríguez, Y., Carrillo, H. (2017). Revisión bibliométrica de las Ciencias de la Información en América Latina y el Caribe. *Investig. bibl vol. 31, spe Ciudad de México*. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2017.nesp1.57886>

Santarelli, E., y Tran, H. T. (2017). Young innovative companies: Are they high performers in transition economies? Evidence for Vietnam. *J Technol Transfer*, 42(5), 1052. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9475-6>

Scagnelli, S., Vasile, L., y Apostolov, M. (2019). Survival Drivers of Post-incubated Start-ups: The Effect of Academic Governance. *Int J Innov Manag*, 23(7). <https://doi.org/10.1142/s1363919619500622>

Schneider C. y Veugelers, R. (2010). On young highly innovative companies: why they matter and how (not) to policy support them. *Ind Corp Change*, 19(4), 969. <https://doi.org/10.1093/icc/dtp052>

Seoane, F. J. (2016). Analysis of business incubators in Galicia according to their technologic or generalist orientation. *Cuad Gest*, 16(2), 49. <https://doi.org/10.5295/cdg.130451ff>

Serio, R., Dickson, M., Giliani, D., y Espa, G. (2020). Green Production as a Factor of Survival for Innovative Startups: Evidence from Italy. *Sustainability-basel*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/su12229464>

Shane, S. y Stuart, T. (2002). Organizational Endowments and the Performance of University Start-ups. *Manage Sci*, 48, 154. <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.154.14280>

Souto, J. E. (2012). *Innovación, emprendimiento y empresas de base tecnológica en España: factores críticos e impacto sobre la competitividad de la economía*. Colección Madrid. A Coruña: Netbiblo. <https://doi.org/10.20420/eni.2019.280>

Spender, J., Corvello, V., Grimaldi, M. y Rippa, P. (2017). Startups and open innovation: a review of the literature. *Eur J Innov Manag*, 20(1), 4. <https://doi.org/10.1108/ejim-12-2015-0131>

Spohrer J. y Engelbart, D. (2004). Converging technologies for enhancing human - Science and business perspectives. *Ann Ny Acad Sci*, 1013, 50. <https://doi.org/10.1196/annals.1305.005>

Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquía: Colombia. <https://doi.org/10.22335/rlct.v3i2.166>

Strehle, F., Katzy, B. y Davila, T. (2010). Learning capabilities and the growth of technology-based new ventures. *Int J Technol Manage*, 52(1-2), 26. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2010.035854>

Talaia, M., Pisoni, A. y Onetti, A. (2016). Factors influencing the fund raising process for innovative new ventures: an empirical study. *J Small Bus Enterp D*, 23(2), 363. <https://doi.org/10.1108/jsbed-07-2014-0111>

Tumelero C., dos Santos, S. y Shoiti, M. (2016). Survival of post-incubated technology-based companies: study of the entrepreneurial action in mobilization and use of resources. *Rege-rev Gest*, 23(1), 31. <https://doi.org/10.1016/j.rege.2014.11.001>

Tumelero, C., Sbragia, R., Mendes, F. y Franco, E. (2018). The role of networks in technological capability: a technology-based companies perspective. *J Glob Entrep Res*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40497-018-0095-5>

Valencia, D.; Robledo, S.; Pinilla, R.; Duque, N.; Olivar, G. (2020). Algoritmo SAP para análisis de citaciones: Una mejora al Árbol de la Ciencia. *Ingeniería E Investigación*, 40(1), 45-49. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v40n1.77718>

Valmaseda, O. y Hernández, N. (2012). Knowledge sources in firm innovation Processes: The Case of University Spin-offs in Andalusia. *Arbor*, 188(753), 211. <https://doi.org/10.3989/arbor.2012.753n1013>

Vohora, A., Wright, M. y Lockett, A. (2004). Critical junctures in the development of university high-tech spinout companies. *Res Policy*, 33, 147. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(03\)00107-0](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(03)00107-0)

Wolbring, G. (2008). Why NBIC? Why human performance enhancement? *Innovation-Abingdon*, 21(1), 25. <https://doi.org/10.1080/13511610802002189>

Zhang, M. y Dodgson, M. (2007). “A roasted duck can still fly away”: A case study of technology, nationality, culture and the rapid and early internationalization of the firm. *J World Bus*, 42(3), 336. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2007.04.005>