

Vínculos universidad-empresa a partir de trayectorias de innovación mediadas por capacidades dinámicas en pymes de Colombia y México

 Willingthon G. Gámez Araújo*

Fecha de recepción: 10 de febrero de 2026

Fecha de aceptación: 21 de mayo de 2026

Para citar este artículo: Gámez Araújo, W. G. (2026). Vínculos universidad-empresa a partir de trayectorias de innovación mediadas por capacidades dinámicas en pymes de Colombia y México. *Universidad y Empresa*, 28(51 esp.), 1-44. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.16129>

Resumen

Objetivo: examinar cómo los vínculos universidad-empresa (UBL) configuran las capacidades dinámicas que permiten a las pymes latinoamericanas transformar la infraestructura tecnológica en resultados de innovación, contrastando las trayectorias de Colombia y México. **Metodología:** estudio cuantitativo transversal con 600 pymes (300 por país). Se empleó modelamiento de ecuaciones estructurales (PLS-SEM) y análisis multigrupo con *bootstrapping* (5000 iteraciones) y evaluación de invarianza. **Resultados principales:** las capacidades dinámicas median el 53.5% del efecto total de la infraestructura sobre el desempeño (β indirecto = 0.327; $p < 0.001$). México presenta una trayectoria infraestructura-led (β directo = 0.382), mientras Colombia exhibe una trayectoria capacidades-led ($\beta_{CD \rightarrow RE} = 0.491$; $VAF = 64.8\%$). **Conclusiones:** la efectividad de los UBL y las políticas de innovación dependen de configuraciones ecosistémicas específicas, ofreciendo lecciones para alinear la gestión universitaria y las políticas con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Las políticas de innovación y gestión universitaria deben ser asimétricas: en México, fortalecer capacidades organizacionales; en Colombia, proveer acceso a tecnología de frontera para escalar la agilidad empresarial existente.

Palabras clave: vinculación universidad-empresa; capacidades dinámicas; PLS-SEM; trayectorias de innovación; pymes.

* Universidad Sergio Arboleda (Santa Marta, Colombia). Correo electrónico: willingthon.gamez@usa.edu.co

University-Industry Links Based on Innovation Pathways Mediated by Dynamic Capabilities in Colombian SMES

Abstract

Objective: To examine how university-business linkages (UBL) shape the dynamic capabilities that enable Latin American SMES to transform technological infrastructure into innovation outcomes, comparing the trajectories of Colombia and Mexico. **Methodology:** A cross-sectional quantitative study involving 600 SMES (300 per country). Structural equation modeling (PLS-SEM) and multigroup analysis with bootstrapping (5,000 iterations) and invariance testing were employed. **Key Findings:** Dynamic capabilities mediate 53.5% of the total effect of infrastructure on performance (indirect $\beta = 0.327$; $p < 0.001$). Mexico exhibits an infrastructure-led trajectory (direct $\beta = 0.382$), while Colombia exhibits a capabilities-led trajectory ($CD \rightarrow RE \beta = 0.491$; $VAF = 64.8\%$). **Conclusions:** The effectiveness of UBLs and innovation policies depends on specific ecosystem configurations, offering lessons for aligning university management and policies with the Sustainable Development Goals. Innovation policies and university management must be asymmetrical: in Mexico, strengthening organizational capabilities; in Colombia, providing access to cutting-edge technology to scale existing entrepreneurial agility.

Keywords: university-business linkages; dynamic capabilities; PLS-SEM; innovation trajectories; SMES.

Relações Universidade-Empresa a Partir de Trajetórias de Inovação Mediadas por Capacidades Dinâmicas em PMES da Colômbia

Resumo

Objetivo: examinar como os vínculos universidade-empresa (VUE) configuram as capacidades dinâmicas que permitem às pequenas e médias empresas (PME) latino-americanas transformar a infraestrutura tecnológica em resultados de inovação, comparando as trajetórias observadas na Colômbia e no México. **Metodologia:** Realizou-se um estudo quantitativo transversal com 600 PME (300 por país). Empregaram-se modelagem de equações estruturais (PLS-SEM), análise multigrupo com *bootstrapping* (5000 iterações) e avaliação de invariância pelo método MICOM. **Resultados principais:** as capacidades dinâmicas mediarão 53,5% do efeito total da infraestrutura sobre o desempenho (β indireto = 0,327; $p < 0,001$). O México apresentou trajetória orientada pela infraestrutura-led (β direto = 0,382), enquanto a Colômbia exibiu uma trajetória capacidades-led ($\beta_{CD \rightarrow RE} = 0,491$; $VAF = 64,8\%$). **Conclusões:** a efetividade dos VUE e das políticas de inovação depende de configurações ecossistêmicas específicas, oferecendo subsídios para alinhar a gestão universitária e as políticas públicas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Os resultados sugerem que as políticas de inovação e gestão universitária devem ser assimétricas: no México, priorizando o fortalecimento das capacidades organizacionais; na Colômbia, ampliando o acesso a tecnologias de fronteira para potencializar a agilidade empresarial existente.

Palavras-chave: vínculos universidade-empresa; capacidades dinâmicas; PLS-SEM; trajetórias de inovação; PME.

Introducción

La innovación en América Latina se encuentra frente a un reto estructural: impulsar la digitalización de las economías sustentadas en pymes y, a su vez, consolidar los ecosistemas de conocimiento que la habilitan (Albornoz et al., 2022). En el sentido más amplio, los vínculos universidad-empresa (University-Business Linkages [UBL]) se configuran como un mecanismo clave de articulación, al habilitar no solo la transferencia tecnológica, sino la interiorización de competencias organizacionales indispensables para el desarrollo productivo (Dutrénit & Arza, 2020). No obstante, su efectividad varía significativamente, condicionada por las instituciones y la estructura productiva del entorno, como lo revelan las trayectorias disímiles de Colombia y México frente a la digitalización (Katz, 2021; Comisión Económica para América Latina, 2023).

Al examinar las agendas nacionales, se observan divergencias sustanciales: mientras Colombia ha priorizado la cualificación del capital humano avanzado y la apropiación tecnológica en la base productiva (MinTIC, 2023), la estrategia de México se ha volcado al despliegue masivo de infraestructura de banda ancha (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2022). Esta divergencia de enfoques no es casual ni trivial; responde a configuraciones históricas distintas de sus respectivos ecosistemas de innovación, que pueden analizarse productivamente a través del lente de la triple hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Si bien la literatura más reciente ha expandido este marco hacia modelos de cuádruple y quíntuple hélice, que incorporan la sociedad civil y el medio ambiente (Carayannis & Campbell, 2021), para el propósito de este estudio, centrado en las interacciones entre universidad, industria y gobierno en la configuración de capacidades dinámicas, el modelo de triple hélice sigue siendo el más parsimonioso y analíticamente potente (Cai & Lattu, 2022). La selección de Colombia y México como casos de estudio responde precisamente a la tipología de ecosistemas, propuesta por Fernández-Esquinas et al. (2021): México representa un ecosistema de arrastre industrial (infraestructura-led) con fuerte interacción gobierno-industria; mientras que Colombia se aproxima a un modelo de impulso académico (capacidades-led), en que el eje universidad-gobierno adquiere centralidad.

La literatura especializada coincide en que infraestructura sin capacidad no produce ventajas competitivas sostenibles (Teece, 2018; Vial, 2019). La teoría de las capacidades dinámicas aporta una explicación más profunda, al señalar que los procesos organizacionales de *sensing* (detección), *seizing* (aprovechamiento) y *transforming* (transformación) permiten a las empresas reconfigurar sus recursos de manera sostenible. Estos procesos constituyen, precisamente, el nexo vital que conecta la infraestructura —frecuentemente accedida o mejorada gracias a los UBL— con los resultados empresariales, y su desarrollo se ve profundamente influido por la calidad y la naturaleza de la interacción con el ecosistema universitario (Cunningham & Sánchez-Barrioluengo, 2023).

A través de un análisis empírico cuidadoso y de alcance comparativo, este manuscrito busca enriquecer el presente debate. A partir de los datos recogidos de 600 pymes en Colombia y México, y empleando modelamiento de ecuaciones estructurales (PLS-SEM), junto con un análisis multigrupo, exploramos tres aspectos fundamentales: 1) el efecto de la infraestructura tecnológica sobre los resultados empresariales, 2) el papel mediador que desempeñan las capacidades dinámicas en dicha relación y 3) la forma en que el contexto nacional modera estas trayectorias, interpretadas a la luz de los marcos de la triple hélice y la gestión de la innovación.

De este modo, la investigación se estructura en torno a las siguientes preguntas: ¿cómo y en qué medida las capacidades dinámicas median la relación entre infraestructura tecnológica y resultados empresariales en pymes latinoamericanas? ¿De qué manera el contexto nacional (Colombia vs. México) modula estas trayectorias?

Responder estos interrogantes es crucial no solo para comprender los mecanismos microfundacionales de la innovación en la región, sino también para diseñar políticas diferenciadas y contextualmente sensibles. Las contribuciones fundamentales de la investigación se estructuran en torno a tres ejes interdependientes que enriquecen sustancialmente el campo:

- El trabajo dilucida un nexo teórico de alta criticidad, aunque insuficientemente estudiado en economías emergentes: la función catalizadora de las instituciones de educación superior en la generación de capacidades dinámicas dentro

de las pymes. Integra, con ello, dos vertientes de investigación que tradicionalmente han permanecido disociadas (Guerrero et al., 2021; Cunningham & Sánchez-Barrioluengo, 2023).

- Ofrece una sistematización comparada de dos trayectorias nacionales latinoamericanas, con evidencia cuantitativa que caracteriza configuraciones ecosistémicas divergentes y sus efectos (Fernández-Esquinas et al., 2020).
- La investigación propone implicaciones prácticas y claras para gestores universitarios y diseñadores de políticas públicas, enlazadas con la agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular industria, innovación e infraestructura (Chankseliani & McCowan, 2021; Montiel et al., 2022).

El artículo se presenta con una estructura analítica definida. Tras esta introducción, el marco teórico desarrolla un mapa conceptual, abordando la vinculación universidad-empresa, el modelo de la triple hélice y las capacidades dinámicas. La estrategia metodológica detalla el diseño comparativo del caso, los procedimientos de análisis y la justificación de las técnicas estadísticas seleccionadas (Hair et al., 2021). Los resultados se presentan en dos niveles: 1) el modelo global y 2) el análisis multigrupo, con desglose por segmentos. La discusión, por su parte, integra los hallazgos con el marco conceptual, a la vez que destaca su impacto en la gestión de la innovación y su relevancia para los ODS. Finalmente, las conclusiones sintetizan las contribuciones, reconocen las limitaciones del estudio y proponen rutas específicas para futuras investigaciones, garantizando la triangulación entre teoría, evidencia y práctica (Bozeman & Youtie, 2017).

Revisión de la literatura

En el contexto latinoamericano, la gestión de la innovación se expresa como un imperativo doble: 1) articular estratégicamente la producción académica con las necesidades del aparato productivo, nexo que actúa como motor de competitividad (Etzkowitz & Leydesdorff,

2000; Guerrero & Urbano, 2021), y 2) reforzar las capacidades innovadoras en economías en las cuales el protagonismo de las pymes vuelve la innovación un requisito de resiliencia y supervivencia (Katz, 2020; OCDE, 2021).

Sin embargo, el entendimiento contemporáneo de los ecosistemas de innovación ha evolucionado significativamente, más allá de la interacción tripartita original. El modelo de cuádruple hélice incorpora a la sociedad civil y los medios de comunicación basados en la cultura como un cuarto actor fundamental, reconociendo que las necesidades y perspectivas de los ciudadanos deben estar en el centro de los procesos de innovación (Carayannis & Campbell, 2009). Más aún, el modelo de quintuple hélice integra el medio ambiente natural como quinta dimensión, enfatizando en que la innovación sostenible debe producirse en diálogo con el contexto ecológico (Carayannis et al., 2012). Investigaciones recientes en El Salvador han demostrado que los procesos microsociales para el desarrollo de alianzas interorganizacionales bajo el modelo de cuádruple hélice permiten generar innovaciones con mayor legitimidad social y capacidad de escalamiento (Alfaro-Sifontes & Osorio-Londoño, 2024). En República Dominicana, el programa Activa 4.0 ejemplifica cómo la articulación gobierno-academia-industria puede ampliarse hacia la denominada sexta hélice, que incorpora la vinculación internacional como componente estratégico para fortalecer la cooperación científica, el financiamiento y las redes globales de conocimiento (Núñez, 2025).

Este marco ampliado demanda un análisis detallado de los mecanismos de transferencia y absorción del conocimiento científico en empresas que operan con limitaciones de recursos y capacidad de absorción (Cirera & Maloney, 2017; Apa et al., 2021). En suma, la eficiencia de dicha transferencia emerge como eslabón crítico del desarrollo: si se quiebra, se intensifican las brechas de productividad y se limita el crecimiento sostenible (Dutrénit et al., 2023). La convocatoria de este número especial subraya acertadamente la importancia crítica de la interacción universidad-empresa, situando los UBL como un pilar central para robustecer y equilibrar los ecosistemas de innovación regional (Universidad y Empresa, 2025).

En la región, la transferencia evoluciona hacia arreglos colaborativos sofisticados y orientados a problemas, *living labs*, *spin-off*, alianzas de innovación social (Katz & Callorda, 2018; Perkmann et al., 2021). La evidencia desde El Salvador muestra que estas alianzas requieren procesos microsociales de confianza, reciprocidad y aprendizaje conjunto para

consolidarse exitosamente (Alfaro-Sifontes & Osorio-Londoño, 2024). Con todo, su eficacia depende del contexto: queda mediada por arreglos institucionales, distancias culturales y por la heterogeneidad en las capacidades organizacionales de absorción, con variaciones sustantivas entre países e industrias (Dutrénit & Arza, 2020; Fernández-Esquinas, 2022). Un escaneo regional de innovación pública en Latinoamérica revela que muchas de las innovaciones más potentes no nacen desde el Estado, sino desde la ciudadanía, colectivos, academia y sector privado, confirmando la pertinencia de adoptar marcos de análisis que incorporen a la sociedad civil como actor protagónico (Collins-Egan & Chanona, 2025).

Investigaciones recientes en el sur de Brasil, por ejemplo, han demostrado que las oficinas de transferencia tecnológica universitarias adoptan prácticas de *sensing*, *seizing* y *transforming* que les permiten responder a las demandas del entorno emprendedor e innovador, evidenciando cómo el marco de capacidades dinámicas opera también a nivel institucional en la universidad latinoamericana (Kaniak et al., 2023). Este hallazgo refuerza la necesidad de examinar no solo lo que ocurre dentro de la empresa, sino cómo la universidad misma desarrolla capacidades para cumplir su tercera misión en diálogo con la sociedad civil y el entorno.

Un aspecto frecuentemente subestimado en el diseño de políticas de innovación efectiva es la dimensión gerencial y organizativa necesaria para cultivar una cultura de innovación sostenible, tanto en las empresas como en las universidades donde colaboran (Boehm & Hogan, 2014). La evidencia de Colombia y Venezuela es elocuente: la insuficiencia de habilidades gerenciales, la gestión del cambio, el liderazgo de equipos interdisciplinarios y la evaluación de proyectos con riesgos bloquean la institucionalización de una cultura de innovación favorable a la transferencia y la cocreación (Donawa Torres & Gámez Araújo, 2018; Thomas & Pugh, 2020). Tal deficiencia no solo menoscaba la capacidad de las instituciones para cumplir con su llamada *tercera misión* (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Compagnucci & Spigarelli, 2020), sino que también erosiona la calidad y la sostenibilidad de la interfaz con el sector productivo y con la sociedad civil, generando brechas entre lo que la academia ofrece y lo que la industria y la ciudadanía requieren, en términos de soluciones prácticas (Guo & Guo, 2022; Mathisen & Rasmussen, 2019).

En economías en desarrollo, la literatura documenta una paradoja: las capacidades dinámicas que las pymes necesitan para aprovechar el conocimiento externo son, a la vez, objeto de desarrollo mediante la vinculación universitaria (Cirera & Maloney, 2017;

Dutrénit & Arza, 2020). Ello configura un círculo complejo, porque la colaboración actúa como vía para la construcción de capacidades y como condición para una innovación sostenible (Guerrero et al., 2021). Este dilema se pone de manifiesto en América Latina, donde las brechas estructurales impactan con nitidez las operaciones de las pymes (Katz & Pietrobelli, 2018). Para estas empresas, la colaboración con universidades suele ser la única vía para acceder a conocimientos de frontera, talento e infraestructura (Li et al., 2020; Fernández-Esquinas et al., 2021). No obstante, capitalizarla requiere capacidades organizacionales para identificar, asimilar, transformar y explotar ese conocimiento y renovar su ventaja competitiva (Teece, 2018; Montero & Vélez, 2022).

Estudios recientes en contextos emergentes, como el análisis de incubadoras universitarias en India realizado por Joshi et al. (2023), revelan que estas entidades actúan como verdaderas plataformas de desarrollo de capacidades dinámicas, transformando los recursos universitarios en capacidades emprendedoras especializadas mediante procesos deliberados de *sensing*, *seizing* y *transforming*. Esta evidencia refuerza la idea de que los UBL no son meros canales de transferencia, sino espacios de coconstrucción de capacidades organizacionales que deben operar en un ecosistema más amplio que incluye a la sociedad civil como usuaria final y legitimadora de las innovaciones.

Este estudio parte de la idea de que, para mejorar los UBL en el marco de los ecosistemas ampliados de innovación, se requiere operar su análisis en los microprocesos que dotan de valor la colaboración (Vial, 2019; Guerrero & Urbano, 2021). Desde este enfoque, las capacidades dinámicas actúan como palanca mediadora: habilitan a las pymes para convertir los recursos tecnológicos, humanos y cognitivos obtenidos de la universidad en resultados que se puedan medir y en ventajas competitivas que pueden actualizarse (Liu et al., 2022; Warner & Wäger, 2019; Montero & Vélez, 2022). Este enfoque analítico permite superar visiones dicotómicas, ya sea excesivamente optimistas o críticas, para adoptar una postura más matizada que identifique bajo qué condiciones contextuales y a través de qué trayectorias de aprendizaje la colaboración logra fructificar en entornos caracterizados por limitaciones estructurales (Nambisan et al., 2019; Dutrénit & Arza, 2020). Investigaciones longitudinales sobre consorcios universidad-industria, como el estudio de Secundo et al. (2025) con pymes italianas, han identificado que las prácticas de conocimiento desarrolladas en entornos de innovación abierta (inspiración, investigación,

ideación, desarrollo y evaluación) permiten fortalecer las microfundaciones de las capacidades dinámicas digitales en sus tres dimensiones: *sensing*, *seizing* y *transforming*.

En coherencia con la proposición central, el contexto teórico que se sigue se estructura para desarrollarla y ponerla a prueba de forma integral. Inicialmente, se analiza la evolución de los modelos de hélice, desde la triple hasta la quíntuple, y su aplicación en contextos emergentes, integrando lecciones críticas derivadas de experiencias internacionales comparadas (Carayannis & Campbell, 2009; Carayannis et al., 2012; Etzkowitz & Zhou, 2017; Dutrénit & Arza, 2020). Luego se analiza el papel de la infraestructura tecnológica digital, interpretándola no como un simple recurso, sino como una plataforma de bien público esencial que facilita y configura las formas de colaboración posibles (Blankendaal et al., 2022; Katz, 2020). Seguidamente, se profundiza en la teoría de las capacidades dinámicas, considerándola el mecanismo microfundacional primordial que permite interiorizar y capitalizar el conocimiento generado en la colaboración universidad-empresa-sociedad (Montero & Vélez, 2022; Warner & Wäger, 2019). Por último, se analiza cómo el entorno nacional, sus políticas, reglas, instituciones y su tejido social modulan estas relaciones y producen trayectorias de innovación diferenciadas, evidentes en los casos de Colombia y México (MinTIC, 2023; Secretaría de Economía, 2024; Wang & Li, 2019; Fernández-Esquinas, 2022; Collins-Egan & Chanona, 2025).

Relación universidad-empresa y ecosistemas de innovación: de la triple a la quíntuple hélices

El modelo de triple hélice constituyó el andamiaje teórico basal para conceptualizar la innovación como dinámica coevolutiva entre universidad, industria y gobierno (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Sin embargo, la evolución del pensamiento sobre innovación ha dado lugar a modelos más inclusivos y complejos. Carayannis y Campbell (2009) propusieron el modelo de cuádruple hélice, que incorpora a la sociedad civil y los medios de comunicación basados en la cultura como un cuarto actor, reconociendo que la innovación ocurre en contextos socialmente incrustados y que los usuarios finales deben participar activamente en los procesos de cocreación. Posteriormente, Carayannis et al. (2012) desarrollaron el modelo de quíntuple hélice, que añade el medio ambiente natural como quinta dimensión, enfatizando en que la innovación sostenible debe producirse en diálogo con el contexto ecológico y contribuir a la transición hacia economías verdes.

La literatura más reciente ha continuado esta expansión conceptual. Núñez (2025) propone la sexta hélice, que incorpora la vinculación internacional como componente estratégico para fortalecer la cooperación científica, el financiamiento, las redes globales y la diplomacia del conocimiento. Esta perspectiva amplía los alcances de la innovación, al articular los ámbitos local, nacional e internacional, creando un marco que favorece la escalabilidad de iniciativas de ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento.

En el caso mexicano, por ejemplo, se detecta una gravitación estratégica hacia la relación gobierno-industria, en que se prioriza el despliegue de infraestructura tecnológica dura. Desde este esquema, la universidad tiende a asumir una función más instrumental, como proveedora de talento cualificado (Katz & Callorda, 2018; OCDE, 2022); sin embargo, las experiencias de innovación pública en México revelan que las iniciativas más transformadoras emergen cuando la sociedad civil se articula con la academia y el sector privado para resolver problemas concretos de inseguridad, corrupción y exclusión (Collins-Egan & Chanona, 2025). En contraposición, el ecosistema colombiano presenta una morfología distinta, caracterizada por una articulación más orgánica entre la universidad y el gobierno. Esta configuración busca acelerar la apropiación tecnológica y digital desde la base, otorgando a las instituciones de educación superior una centralidad protagónica en la hoja de ruta de la transformación productiva (MinTIC, 2023; Fernández-Esquinas et al., 2021).

Investigaciones en Centroamérica aportan evidencia adicional sobre la relevancia de los modelos ampliados. El estudio de Alfaro-Sifontes y Osorio-Londoño (2024) en El Salvador identifica que los procesos microsociales —confianza, reciprocidad, aprendizaje conjunto— son determinantes para el éxito de alianzas interorganizacionales bajo el modelo de cuádruple hélice. Estos procesos permiten superar las barreras culturales y de comunicación que tradicionalmente han obstaculizado la colaboración entre universidad, empresa, gobierno y sociedad civil.

Resulta esclarecedor ampliar el horizonte analítico integrando la experiencia de otras economías emergentes. La evidencia empírica proveniente de China, por ejemplo, sugiere que la efectividad de los UBL no es mecánica, sino que está críticamente supeditada a la “calidad de emparejamiento” (*matching quality*) entre la sofisticación de investigación y desarrollo (I+D) universitaria y las capacidades reales de absorción de las pymes (Li et al., 2020; Manotungvorapun & Gerd Sri, 2021). Esta premisa posee una vigencia operativa

inmediata para el contexto latinoamericano, corroborando que la desarticulación crónica entre la oferta de conocimiento académico y los requerimientos pragmáticos del tejido productivo y social constituye, en efecto, una barrera estructural de primer orden (Guerrero et al., 2021). Asimismo, estudios desde el contexto chino hacen hincapié en el papel estratégico del gobierno como “arquitecto del ecosistema”, ya que trasciende su función de mero financiador para convertirse en un diseñador activo de incentivos y marcos que catalizan la colaboración (Chen et al., 2021; Cai & Liu, 2023), una visión de gran valor para repensar el diseño de políticas de innovación en la región latinoamericana.

Por otra parte, investigaciones sobre incubadoras universitarias en India demuestran que estas estructuras desarrollan capacidades dinámicas específicas (*sensing, seizing y transforming*) que permiten convertir los recursos universitarios en resultados emprendedores sostenibles, ofreciendo un modelo de análisis transferible a otros contextos emergentes (Joshi et al., 2023). Este hallazgo subraya que las capacidades dinámicas no son exclusivas de las empresas; las propias universidades las desarrollan para cumplir eficazmente su función de vinculación en diálogo con la sociedad civil y el entorno.

En República Dominicana, el programa Activa 4.0 constituye un caso paradigmático de aplicación del modelo de hélices ampliadas. Impulsado por el Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes, la Asociación de Industrias y la Universidad del Caribe, este programa busca fortalecer la competitividad de las mipymes industriales mediante asistencia técnica, capacitación especializada y adopción estratégica de tecnologías asociadas a la Industria 5.0, modelo que combina automatización avanzada con una centralidad renovada del talento humano y la sostenibilidad (Núñez, 2025).

Infraestructura tecnológica como plataforma para la colaboración y la innovación

La infraestructura tecnológica constituye el sustrato material indispensable para la innovación digital. Sin embargo, su posesión no garantiza su aprovechamiento. La llamada *paradoja de la productividad digital* es particularmente aguda en economías emergentes, donde brechas en capacidades complementarias limitan el retorno de las inversiones tecnológicas (Cruces & Carballo, 2022). Aquí, los modelos de hélice ampliada pueden ser un antídoto. La universidad no solo puede facilitar el acceso a infraestructura especializada

(laboratorios o *software*) sino, más importante, cocrear las competencias para utilizarla, en diálogo con las necesidades expresadas por la sociedad civil y con la vista puesta en la sostenibilidad ambiental.

Esta visión es corroborada por investigaciones en contextos asiáticos. Un estudio sobre pymes manufactureras chinas encontró que la infraestructura tecnológica moderada por alianzas con instituciones de investigación era un predictor mucho más fuerte de innovación de producto que la infraestructura en sí misma (Zhou & Wu, 2018). En la misma línea, estudios recientes sobre plataformas digitales y espacios de datos destacan que la interoperabilidad, la colaboración y la estandarización son tan importantes como la infraestructura física para escalar ecosistemas de innovación (Blankendaal et al., 2022). El proyecto Smart Citizen, en Barcelona, ejemplifica cómo la infraestructura tecnológica puede ponerse al servicio de la ciudadanía: sensores de bajo costo permiten a los ciudadanos medir datos ambientales, generando información valiosa para la toma de decisiones colectivas y demostrando la interacción virtuosa entre gobierno, academia y sociedad civil (Innovación en Colaboración, 2023). Con base en la discusión teórica y contextual previa, se postula como punto de partida analítico la siguiente relación fundamental:

Hipótesis 1 (H1): la infraestructura tecnológica digital disponible ejerce una influencia positiva y significativa sobre los resultados empresariales en las pequeñas y pymes latinoamericanas.

El rol mediador de las capacidades dinámicas

La teoría de las capacidades dinámicas proporciona un marco robusto para entender cómo las organizaciones, especialmente las pymes, logran adaptarse y prosperar en mercados volátiles mediante tres procesos microfundacionales interrelacionados (Teece, 2018): la detección (*sensing*) de oportunidades y amenazas, la movilización (*seizing*) para capturar valor y la reconfiguración (*transforming*) continua de sus recursos y rutinas (Montero & Vélez, 2022). Desde ahí, los ecosistemas de innovación de múltiples hélices actúan como una palanca exógena para desarrollar capacidades en organizaciones con restricciones endógenas de I+D (Guerrero et al., 2021; Carayannis et al., 2012).

En cuanto al proceso de *sensing*, la participación en redes de conocimiento académico y en espacios de interacción con la sociedad civil expone a las pymes a señales tempranas de cambio tecnológico y tendencias emergentes, ampliando su radar estratégico más allá de su entorno inmediato (Blankendaal et al., 2022). Por ejemplo, cuando los gerentes de pymes asisten a seminarios universitarios, participan en grupos de investigación aplicada o colaboran en proyectos de vigilancia tecnológica con estudiantes de posgrado, desarrollan la capacidad de identificar oportunidades de innovación que de otra forma permanecerían invisibles (Secundo et al., 2025). Además, la interacción con usuarios y comunidades organizadas permite detectar necesidades sociales insatisfechas que pueden convertirse en oportunidades de innovación con alto impacto (Alfaro-Sifontes & Osorio-Londoño, 2024). Estudios recientes sobre consorcios universidad-industria en Italia revelan que la exposición continua a entornos de innovación abierta expande significativamente las capacidades cognitivas de los mandos medios para detectar oportunidades tecnológicas y de mercado (Crupi & Mortara, 2025).

Respecto al proceso de *seizing*, los proyectos de I+D conjunta entre universidad y empresa facilitan el acceso a financiamiento público competitivo y a talento especializado, movilizando recursos que de otra forma serían inaccesibles para la pyme (Perkmann et al., 2021). Cuando estos proyectos incorporan a la sociedad civil como usuaria final o como cogestora, por ejemplo, mediante mecanismos de presupuesto participativo o laboratorios ciudadanos, se amplían las fuentes de financiamiento y se fortalece la legitimidad social de las innovaciones (Collins-Egan & Chanona, 2025). Las convocatorias de cooperación bilateral, los programas de becas para estudiantes en empresa y los proyectos de innovación abierta cofinanciados con fondos públicos permiten a las pymes superar sus restricciones presupuestarias y acceder a infraestructura científica de alto costo (laboratorios, equipos especializados) que no podrían adquirir individualmente (Kaniak et al., 2023). Además, la colaboración con investigadores universitarios aporta capital intelectual de frontera que potencia la capacidad de la empresa para desarrollar nuevos productos, procesos o modelos de negocio (Cunningham & Sánchez-Barrioluengo, 2023). Investigaciones sobre incubadoras universitarias confirman que estas plataformas permiten a las empresas emergentes movilizar recursos académicos para validar tecnológicamente sus propuestas de valor y acceder a mercados (Joshi et al., 2023). El programa Activa 4.0 en República Dominicana ejemplifica cómo la articulación de múltiples hélices permite movilizar recursos técnicos, financieros y

humanos de manera coordinada para fortalecer las capacidades de las mipymes industriales (Núñez, 2025).

En lo que respecta al proceso de *transforming*, las consultorías especializadas en gestión del cambio y los programas de capacitación continua codiseñados entre universidad y empresa facilitan la interiorización de nuevas rutinas organizacionales y la reconfiguración de estructuras existentes (Boehm & Hogan, 2014). Cuando estos procesos formativos incorporan dimensiones de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social, en línea con los modelos de quíntuple hélice, las empresas no solo mejoran su eficiencia operativa, sino que también desarrollan la capacidad de adaptarse a regulaciones ambientales más exigentes y a demandas ciudadanas de mayor transparencia y ética (Carayannis et al., 2012; Collins-Egan & Chanona, 2025). Por ejemplo, cuando una pyme participa en un programa de formación ejecutiva diseñado específicamente para abordar sus brechas de transformación digital y sostenibilidad, los mandos medios no solo adquieren conocimientos técnicos, sino que desarrollan la capacidad de adaptar sus procesos internos, rediseñar flujos de trabajo y alinear a sus equipos con las nuevas exigencias del entorno digital y ecológico (Crupi & Mortara, 2025). Estudios longitudinales demuestran que los procesos de reconfiguración organizacional se ven potenciados cuando existe un acompañamiento sostenido por parte de equipos universitarios especializados en transferencia metodológica y no solo tecnológica (Secundo et al., 2025).

Esta dinámica encuentra eco en investigaciones recientes en otras economías emergentes; estudios en China, por ejemplo, destacan cómo las pymes que mantienen vínculos estables con universidades desarrollan una “capacidad de reconfiguración” más ágil y efectiva, lo que les permite interiorizar y explotar nuevas tecnologías con mayor éxito (Liu et al., 2022; Cai & Liu, 2023). En el contexto latinoamericano, el estudio de Kaniak et al. (2023) sobre universidades brasileñas confirma que las prácticas de *sensing*, *seizing* y *transforming* no solo son relevantes para las empresas, sino que las propias instituciones de educación superior las adoptan para fortalecer su tercera misión y mejorar la calidad de sus vínculos con el sector productivo y la sociedad civil.

Así, las capacidades dinámicas emergen no como un atributo puramente interno, sino como una competencia relacional y coconstruida en el seno de ecosistemas de innovación de múltiples hélices. Ellas constituyen el mecanismo a través del cual el potencial latente en la

infraestructura tecnológica, y en la colaboración que la rodea, incluyendo a la sociedad civil y considerando el medio ambiente, se materializa en resultados concretos.

Hipótesis 2 (H2): las capacidades dinámicas median la relación entre la infraestructura tecnológica y los resultados empresariales en las pymes latinoamericanas.

Moderación del contexto nacional: configuraciones de los ecosistemas de innovación y trayectorias diferenciadas

La efectividad de los mecanismos descritos dista de ser universal o automática; está profundamente inscrita en configuraciones institucionales y de política pública específicas (Dutrénit & Arza, 2020). Los modelos de cuádruple y quíntuple hélice ponen el relieve en que los contextos social, cultural y ecológico modulan sustancialmente las posibilidades y las trayectorias de la innovación (Carayannis & Campbell, 2009; Carayannis et al., 2012). La comparación entre Colombia y México resulta particularmente ilustrativa a este respecto. Se propone que sus diferencias estratégicas fundamentales —un enfoque en infraestructura tecnológica frente a otro centrado en capacidades humanas— han generado ecosistemas de innovación con arquitecturas relacionales y centros de gravedad claramente distintos. A su vez, ello configura trayectorias diferenciales para la transformación digital de sus respectivas pymes (Katz, 2020; Fernández-Esquinas, 2022). Adicionalmente, el papel y la organización de la sociedad civil en cada país —más institucionalizada en México, a través de cámaras empresariales; más vinculada a procesos territoriales y comunitarios en Colombia— introducen matices adicionales en la forma como las innovaciones se adoptan, se legitiman y se escalan (Collins-Egan & Chanona, 2025).

En el caso mexicano, la histórica y fuerte interacción gobierno-industria ha posicionado la infraestructura tecnológica como un recurso relativamente abundante y un motor directo para la mejora de la eficiencia operativa (OCDE, 2022). Por lo tanto, cabe esperar que en este contexto el efecto directo de la infraestructura digital sobre los resultados empresariales sea más fuerte y discernible (Blankendaal et al., 2022). Sin embargo, la experiencia de innovación pública en México muestra que cuando la sociedad civil se organiza para demandar soluciones a problemas de corrupción, inseguridad o exclusión, emergen innovaciones con un fuerte componente de apropiación social que complementan y, en ocasiones, superan a las impulsadas desde la lógica gobierno-industria (Collins-Egan & Chanona, 2025).

En contraste, el énfasis colombiano en el eje universidad-gobierno para el desarrollo de capital humano avanzado puede haber fomentado en sus pymes una cultura organizacional intrínsecamente más ágil y orientada al aprendizaje, haciendo que sus capacidades dinámicas internas se constituyan en su principal ventaja competitiva y que se compensen así posibles brechas infraestructurales iniciales (MinTIC, 2023; Montero & Vélez, 2022). La mayor presencia de universidades en territorios históricamente afectados por el conflicto ha generado experiencias de innovación social profundamente enraizadas en las comunidades, donde la sociedad civil no es mera receptora, sino cogestora de los procesos de transformación (Fernández-Esquinas et al., 2021). Esta expectativa teórica refleja el principio de equifinalidad en sistemas complejos, donde configuraciones sistémicas iniciales diferentes pueden conducir a resultados de desempeño similares a través de trayectorias y mecanismos causales distintos (Fiss, 2011; Wang & Li, 2019).

Investigaciones recientes sobre ecosistemas de innovación en economías emergentes refuerzan esta perspectiva configuracional. El estudio de Joshi et al. (2023) en India demuestra que las incubadoras universitarias desarrollan capacidades dinámicas de manera contextualmente situada, adaptando sus prácticas de *sensing*, *seizing* y *transforming* a las especificidades del entorno institucional local. De manera similar, el análisis de Kaniak et al. (2023) sobre universidades del sur de Brasil evidencia que las oficinas de transferencia tecnológica adoptan trayectorias diferenciadas según sus recursos de partida y el ecosistema regional en el que operan, confirmando que no existe un modelo único de desarrollo de capacidades. El estudio de Alfaro-Sifontes y Osorio-Londoño (2024) en El Salvador añade que los procesos microsociales de construcción de confianza y aprendizaje conjunto son mediadores críticos que explican por qué, en contextos institucionales aparentemente similares, unos ecosistemas prosperan y otros no.

Hipótesis 3 (H3): las trayectorias de mediación entre infraestructura tecnológica, capacidades dinámicas y resultados empresariales son moderadas por el contexto nacional, mostrando patrones significativamente diferentes entre Colombia y México, coherentes con sus configuraciones específicas de ecosistemas de innovación de múltiples hélices.

Metodología

Diseño, muestra y enfoque comparativo

Este estudio adopta un diseño cuantitativo explicativo de corte transversal, con un enfoque comparativo multigrupo, diseñado para sistematizar y contrastar dos experiencias nacionales latinoamericanas en gestión de la innovación y UBL. La población objetivo fueron pymes formales de Colombia y México (hasta 200 empleados). La muestra final fue de 600 empresas (300 por país), seleccionada mediante muestreo no probabilístico por cuotas estratificadas por sector y tamaño en las regiones seleccionadas (tabla 1). Estas regiones se eligieron como casos representativos de ecosistemas regionales con distinta penetración y orientación de los UBL, a fin de enriquecer el análisis comparativo más allá de los promedios nacionales. El trabajo de campo se realizó entre enero y junio de 2024.

Tabla 1. Caracterización de la muestra por país y variables de control

Variable	Categoría	Colombia (n = 300)	México (n = 300)	Total
Sector	Manufactura	42 (14.0%)	68 (22.7%)	110 (18.3%)
	Comercio	108 (36.0%)	87 (29.0%)	195 (32.5%)
	Servicios	78 (26.0%)	99 (33.0%)	177 (29.5%)
Tamaño	Pequeña (10-49)	228 (76.0%)	207 (69.0%)	435 (72.5%)
	Mediana (50-249)	72 (24.0%)	93 (31.0%)	165 (27.5%)
Exporta	Sí	18 (6.0%)	36 (12.0%)	54 (9.0%)

Nota: el sector "Turismo" del instrumento original fue incorporado dentro de "Servicios" para este análisis.

Fuente: elaboración propia basada en datos del estudio CD-TD-pymes (2024).

Para garantizar la robustez estadística de las inferencias, se realizó un análisis de potencia *a priori*. Siguiendo las recomendaciones de Hair et al. (2021) y utilizando G*Power 3.1 para una prueba F múltiple con un tamaño del efecto medio ($f^2 = 0.15$), un nivel de significación $\alpha = 0.05$ y una potencia deseada de 0.95, se determinó que el tamaño mínimo requerido era de 107 empresas por grupo. La muestra obtenida (n = 300 por país) supera ampliamente este umbral, lo que garantiza la robustez de las estimaciones y la capacidad para detectar efectos significativos en el modelo estructural.

Instrumento y operacionalización de las variables

Se utilizó el Cuestionario de Diagnóstico de Transformación Digital para Pymes, instrumento diseñado *ad hoc*, cuyas propiedades psicométricas se validaron en un estudio piloto previo ($n = 120$). Todos los ítems emplearon una escala Likert de 5 puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo). En la tabla 2 se detallan las dimensiones e indicadores de cada constructo, especificando los ítems representativos que los componen.

Tabla 2. Operacionalización de las variables del modelo

Constructo	Dimensión	Descripción	Ítems representativos
Infraestructura tecnológica (IT)	Hardware (IT_HW)	Disponibilidad y calidad de equipamiento físico	"Disponemos de hardware actualizado para nuestras operaciones principales"
	Software y aplicaciones (IT_SW)	Acceso a software especializado y sistemas de información	"Disponemos de software especializado para nuestro núcleo de negocio"
	Conectividad y redes (IT_CO)	Calidad de la conexión a internet y redes internas	"Contamos con conectividad de banda ancha de alta velocidad"
	Plataformas digitales (IT_PL)	Uso de plataformas en la nube, comercio electrónico y redes sociales corporativas	"Utilizamos plataformas digitales para interactuar con clientes y proveedores"
Capacidades dinámicas (CD)	Sensing (CD_SE)	Detección de oportunidades y amenazas en el entorno	"Identificamos rápidamente nuevas tendencias tecnológicas en nuestro sector"
	Seizing (CD_SZ)	Movilización de recursos para capturar valor	"Somos capaces de asignar recursos rápidamente para aprovechar nuevas oportunidades"
	Transforming (CD_TR)	Reconfiguración continua de procesos y rutinas	"Reconfiguramos nuestros procesos internos para adaptarnos a cambios del entorno"
Resultados empresariales (RE)	Productividad y eficiencia (RE_PR)	Mejoras en procesos operativos y reducción de costos	"Hemos mejorado nuestra productividad en los últimos dos años"
	Rentabilidad y crecimiento (RE_RN)	Desempeño financiero y expansión del negocio	"Nuestra rentabilidad ha aumentado en los últimos dos años"
	Posición competitiva y mercado (RE_PC)	Participación de mercado y ventaja competitiva	"Hemos mejorado nuestra posición competitiva en el mercado"

Nota: el instrumento completo consta de 36 ítems (12 por constructo). La validez de contenido se evaluó mediante el Índice de Validez de Contenido ($I-CVI > 0.78$; $S-CVI/Ave = 0.924$) y la estructura factorial mediante análisis factorial confirmatorio ($CFI = 0.928$; $TLI = 0.921$; $RMSEA = 0.051$).

Fuente: elaboración propia.

La tabla 2 presenta de manera sintética la operacionalización de los constructos del modelo, siguiendo las recomendaciones de Hair et al. (2021) sobre la especificación transparente de constructos en PLS-SEM. Para cada variable latente, se desglosan sus dimensiones teóricas, derivadas de la revisión de literatura, y se ejemplifican los ítems representativos del instrumento. Esta desagregación cumple una doble función: por un lado, evidencia la validez de contenido, al mostrar la correspondencia entre el dominio conceptual y los indicadores empíricos (DeVellis, 2017); por el otro, facilita la comprensión del modelo por parte del lector y habilita la replicabilidad del estudio, al especificar claramente qué se midió y cómo (American Psychological Association, 2020).

Es importante señalar una limitación inherente al diseño del instrumento: el cuestionario no mide directamente la intensidad, frecuencia o calidad de los UBL. Esta decisión obedece a que el estudio se centra en los mecanismos internos de la empresa, infraestructura y capacidades dinámicas, y en cómo estos, mediados por el contexto nacional, producen resultados de innovación. El papel de los UBL se infiere a partir del marco teórico y de las diferencias contextuales entre países, bajo el supuesto, respaldado por la literatura especializada (Cunningham & Sánchez-Barrioluengo, 2023; Perkmann et al., 2021), de que las empresas con mayores niveles de infraestructura y capacidades dinámicas son también aquellas que mantienen vínculos más intensos y fructíferos con el sistema universitario. No obstante, esta aproximación constituye una brecha que futuras investigaciones deberán abordar mediante la inclusión de escalas específicas que capturen la multidimensionalidad de los UBL.

Estrategia de análisis de datos

Para garantizar la robustez de los hallazgos, se adoptó una estrategia de triangulación metodológica que combina técnicas complementarias:

- PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling): técnica principal de análisis, implementada mediante SmartPLS 4 (versión 4.1.0.0). Se eligió por su idoneidad para modelos predictivos, complejos (con mediación) y análisis multigrupo (MGA) con muestras de tamaño moderado (Hair et al., 2019; Sarstedt et al., 2020). El método es robusto ante desviaciones de la

normalidad y se alinea con el carácter explicativo-predictivo de estudiar relaciones en contextos emergentes.

- *Bootstrapping*: procedimiento de remuestreo con 5000 iteraciones para probar la significancia de las trayectorias y efectos indirectos (H1 y H2), proporcionando intervalos de confianza robustos al 95 % (Hair et al., 2021).
- MGA vía permutaciones: para contrastar la H3 se empleó el MGA basado en permutaciones (5000 iteraciones). Este método es preferible para comparaciones grupales en PLS-SEM, por su menor sensibilidad al tamaño de muestra y por no requerir supuestos distribucionales (Sarstedt et al., 2020), permitiendo una sistematización rigurosa de las diferencias entre las experiencias nacionales.
- Evaluación de invarianza: como etapa previa al MGA, se evaluó la invarianza de medición de modelos compuestos (MICOM) (Henseler et al., 2016; Sarstedt et al., 2020). A través de este método, se confirmó la invarianza configural y composicional, así como la igualdad de medias y varianzas entre grupos, garantizando que las posibles diferencias posteriores entre grupos reflejaran variaciones reales en las relaciones del modelo estructural y no sesgos atribuibles a una medición no equivalente entre submuestras (Cheah et al., 2023).

Adoptar esta estrategia secuencial, verificación de la invarianza, seguida de la comparación de trayectorias, garantiza que las conclusiones no dependan de un único enfoque estadístico, lo cual refuerza la validez interna y la solidez de los resultados empíricos (Hair et al., 2021; Matthews et al., 2022).

Resultados

En coherencia con el método y con unos objetivos que trascienden la mera causalidad para comprender las variaciones configuracionales entre países (Cirera & Maloney, 2017; Wang & Li, 2019; Fiss, 2021), la exposición de los resultados se organiza siguiendo una

secuencia analítica, reflejo del camino investigativo, que habilita una respuesta estructurada a las hipótesis (Fisch & Block, 2021).

Así, los hallazgos se presentan en tres tramos encadenados y complementarios: 1) evaluación del modelo de medición: asegurando validez (convergente/discriminante) y fiabilidad como soporte de la inferencia estructural (Hair et al., 2019; Sarstedt et al., 2020); 2) contraste de H1 y H2 en la muestra completa, efectos directos y mediación, para delinear la arquitectura y la fuerza de las relaciones teóricas (Nitzl & Chin, 2020), y 3) se despliega el MGA que sustenta la H3, contrastando sistemáticamente los resultados para Colombia y México (Matthews et al., 2022).

Esta secuencia analítica permite visualizar de manera diáfana cómo las dinámicas generales de la transformación digital, mediada por capacidades, se matizan, intensifican o reconfiguran en función de ecosistemas nacionales distintivos (Katz & Callorda, 2018; Dutrénit & Arza, 2020). El abordaje provee, por lo tanto, evidencia empírica rigurosa y contextualmente situada que sirve de base sólida para la discusión teórica y la derivación de implicaciones prácticas que seguirá (Vial, 2019; Guerrero et al., 2021).

Evaluación del modelo de medición y estadísticos descriptivos

La evaluación psicométrica confirmó la solidez de los constructos antes de evaluar el modelo estructural. Como se detalla en la tabla 3, todos los indicadores superaron los umbrales recomendados. Las medias entre 3.28 y 3.70 indican una percepción moderadamente positiva. Las desviaciones estándar apropiadas y los valores de asimetría y curtosis dentro de rangos aceptables (-1 a $+1$; -2 a $+2$) respaldan la robustez de las estimaciones PLS-SEM. La fiabilidad fue excelente (α y $\omega > 0.85$), la validez convergente se confirmó con cargas > 0.70 y AVE > 0.50 , y la validez discriminante fue satisfecha (HTMT < 0.85).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos y calidad del modelo de medición (n = 600)

Constructo/dimensión/ítems representativos	Media	DE	Asimetría	Curtosis	Carga (λ)	α	ω	ave
Infraestructura tecnológica (IT)	3.42	0.89	-0.31	-0.39		0.89	0.90	0.58
Hardware (IT_HW)	3.58	0.94	-0.25	-0.42	0.82			
Software y aplicaciones (IT_SW)	3.35	0.97	-0.18	-0.55	0.84			
Conectividad y redes (IT_CO)	3.33	1.02	-0.22	-0.61	0.88			
Plataformas digitales (IT_PL)	3.28	1.05	-0.15	-0.72	0.86			
Capacidades dinámicas (CD)	3.55	0.85	-0.47	0.12		0.91	0.92	0.62
Sensing: detección de oportunidades (CD_SE)	3.51	0.88	-0.40	-0.08	0.87			
Seizing: movilización de recursos (CD_SZ)	3.48	0.91	-0.35	-0.21	0.89			
Transforming: reconfiguración (CD_TR)	3.65	0.89	-0.52	0.19	0.90			
Resultados empresariales (RE)	3.62	0.83	-0.52	0.19		0.87	0.88	0.57
Productividad y eficiencia (RE_PR)	3.70	0.87	-0.58	0.32	0.83			
Rentabilidad y crecimiento (RE_RN)	3.55	0.92	-0.45	-0.11	0.85			
Posición competitiva y mercado (RE_PC)	3.61	0.89	-0.50	0.05	0.86			

α : alfa de Cronbach; ω : omega de McDonald; AVE: varianza media extraída; DE: desviación estándar.

Nota: todas las cargas factoriales (λ) son significativas al nivel $p < 0.001$. Los valores heterotrasgo-monotrasgo (HTMT) (IT-CD: 0.74; CD-RE: 0.71; IT-RE: 0.68) confirman la validez discriminante.

Fuente: elaboración propia.

Contraste del modelo estructural e hipótesis H1 y H2

El modelo estructural global (tabla 4) respalda las dos primeras hipótesis. El efecto directo de la infraestructura tecnológica (IT) sobre los resultados empresariales (RE) es positivo y significativo ($\beta = 0.284$; $p < 0.001$), lo que confirma la H1; sin embargo, es moderada la magnitud de este efecto. El hallazgo central es el robusto apoyo a H2: el efecto indirecto mediado por las capacidades dinámicas (CD) es incluso mayor ($\beta = 0.327$; $p < 0.001$), al representar el 53.5% del efecto total de la IT sobre los RE. Este patrón de mediación parcial complementaria (Zhao et al., 2010) subraya que la tecnología despliega la mayor parte de su potencial a través de la capacidad organizacional para detectar, movilizar y transformar.

Tabla 4. Resultados del modelo estructural global y contraste de hipótesis

Trayectoria/efecto	Coficiente (β)	Valor de t	Valor de p	Intervalo de confianza al 95%	Decisión
H1: IT $\rightarrow$ RE (efecto directo)	0.284	4.892	<0.001	[0.192, 0.376]	Apoyada
IT $\rightarrow$ CD	0.766	18.345	<0.001	[0.701, 0.831]	-
CD $\rightarrow$ RE	0.427	7.213	<0.001	[0.338, 0.516]	-
H2: IT $\rightarrow$ CD $\rightarrow$ RE (efecto indirecto)	0.327	6.894	<0.001	[0.251, 0.403]	Apoyada
Efecto total (IT $\rightarrow$ RE)	0.611	12.145	<0.001	[0.532, 0.690]	-

IT: infraestructura tecnológica; CD: capacidades dinámicas; RE: resultados empresariales. *Bootstrapping* con 5000 remuestreos.

Fuente: elaboración propia.

Análisis multigrupo: contrastando la H3 entre Colombia y México

El análisis multigrupo (tabla 5) revela diferencias estructurales significativas que brindan un apoyo contundente a la H3. Se sistematizan dos trayectorias nacionales claramente divergentes:

México: trayectoria impulsada por la infraestructura. El efecto directo de la IT sobre los RE es significativamente más fuerte ($\beta = 0.382$) que en Colombia ($\beta = 0.186$), con una diferencia estadísticamente significativa ($\Delta\beta = 0.196$; $p = 0.008$).

Colombia: trayectoria impulsada por las capacidades. El efecto de las capacidades dinámicas sobre los resultados es el más alto del modelo ($\beta = 0.491$) y significativamente mayor que en México ($\beta = 0.363$; $\Delta\beta = 0.128$; $p = 0.042$).

Para cuantificar la relevancia de la mediación en cada contexto, se calculó el *variance accounted for* (vaf), que representa la proporción del efecto total explicada por el mecanismo mediador (Hair et al., 2021; Nitzl et al., 2016). En Colombia, el vaf alcanza el 64.8% ($ic95\%$ *Bootstrap* = 58.3%-71.2%); mientras que en México es del 44.2% ($ic95\%$ *bootstrap* = 38.1%-50.5%). La ausencia de solapamiento entre los intervalos de confianza confirma que la importancia relativa de la mediación es significativamente mayor en el contexto colombiano. Estos hallazgos cuantifican empíricamente la existencia de configuraciones nacionales diferenciadas en la transformación digital de las pymes.

Tabla 5. Análisis multigrupo: comparación de trayectorias estructurales entre Colombia y México

Trayectoria/efecto	Colombia (β)	México (β)	Diferencia ($\Delta\beta$)	Valor de p (diferencia)
IT $\rightarrow$ RE (efecto directo)	0.186**	0.382***	0.196	0.008
CD $\rightarrow$ RE	0.491***	0.363***	0.128	0.042
IT $\rightarrow$ CD $\rightarrow$ RE (efecto indirecto)	0.343***	0.303***	0.040	0.312
VAF (Variance Accounted For)	64.8%	44.2%		
IC 95% del VAF	[58.3%, 71.2%]	[38.1%, 50.5%]		

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$. Método de permutaciones (5000 iteraciones).

VAF = (efecto indirecto / efecto total). Intervalos de confianza del VAF obtenidos mediante *bootstrapping* con 5000 remuestreos.

Fuente: elaboración propia.

La ausencia de diferencias significativas en el efecto indirecto (IT $\rightarrow$ CD $\rightarrow$ RE; $\Delta\beta = 0.040$; $p = 0.312$) indica que la fuerza del mecanismo mediador, esto es, la capacidad de las capacidades dinámicas para transmitir el impacto de la infraestructura es similar en ambos países. Sin embargo, la importancia relativa de esta mediación, capturada por el VAF, es sustancialmente mayor en Colombia (64.8% vs. 44.2% en México). Esta diferencia obedece a que el efecto directo de la infraestructura sobre los resultados es significativamente menor en el contexto colombiano ($\beta = 0.186$ vs. 0.382), lo que apunta a una trayectoria de innovación más dependiente de las capacidades organizacionales en Colombia; mientras que en México la infraestructura actúa con mayor autonomía como motor del desempeño empresarial. Esta interpretación es coherente con las configuraciones de sus respectivos ecosistemas de innovación: México con un modelo más orientado a la infraestructura (infraestructura-led) y Colombia con un modelo que hace hincapié en el desarrollo de capacidades (capacidades-led).

Discusión

Los hallazgos de esta investigación proporcionan evidencia empírica sólida que avanza significativamente en la comprensión de los mecanismos a través de los cuales la infraestructura tecnológica se traduce en resultados de innovación dentro de los ecosistemas de UBL en Latinoamérica. A continuación, se discuten los resultados en función de las hipótesis planteadas, se profundiza en sus implicaciones prácticas para políticas públicas y estrategias empresariales, y se ofrece una interpretación matizada de los efectos de mediación encontrados.

Interpretación de los hallazgos principales

Los resultados del análisis respaldan la H1, al contrastar una relación positiva y significativa entre el nivel de infraestructura tecnológica y el desempeño empresarial ($\beta = 0.284$; $p < 0.001$). Este hallazgo concuerda con estudios previos que identifican la tecnología como un factor clave para impulsar la productividad (Bharadwaj et al., 2013; OCDE, 2021; Blankendaal et al., 2022). No obstante, la magnitud moderada de este efecto directo respalda una crítica ampliamente extendida en la literatura especializada: la sola posesión de recursos tecnológicos es insuficiente para consolidar ventajas competitivas duraderas (Warner & Wäger, 2019).

De igual forma, el análisis de los datos confirma la H2, pues es la contribución teórica más significativa de la presente investigación. Los hallazgos muestran que las capacidades dinámicas no cumplen una función marginal, sino que median más de la mitad del efecto total (53.5%) que ejerce la infraestructura sobre el rendimiento organizativo. Este resultado soporta empíricamente la perspectiva teórica que postula a estas capacidades superiores como el mecanismo de transmisión esencial para que la inversión en activos tecnológicos se traduzca en resultados tangibles (Teece, 2018; Liu et al., 2022).

La confirmación de la H3, mediante el análisis multigrupo, aporta una capa de complejidad contextual indispensable para una teoría situada de la innovación. Los patrones divergentes entre Colombia y México no son anomalías estadísticas, sino la manifestación empírica de configuraciones distintas en sus respectivos ecosistemas de innovación (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Katz & Callorda, 2018). La trayectoria infraestructura-intensiva observada en México (β directo = 0.382), donde el efecto tecnológico es más inmediato, refleja un ecosistema históricamente moldeado por una fuerte interacción gobierno-industria centrada en el despliegue de capital físico (Secretaría de Economía, 2024). En contraste, la trayectoria capacidades-intensiva de Colombia ($\beta_{CD \rightarrow RE} = 0.491$), con una mediación que explica el 64.8% del efecto total, revela un ecosistema donde las políticas universidad-gobierno han priorizado el desarrollo de capital humano y capacidades de adaptación (MinTIC, 2023; Donawa Torres & Gámez Araújo, 2018), compensando posibles brechas infraestructurales mediante una mayor agilidad organizacional.

Refinamiento interpretativo: la no diferencia en el efecto indirecto

Un hallazgo que podría prestarse a malinterpretación es la ausencia de diferencias significativas en el efecto indirecto ($IT \rightarrow CD \rightarrow RE$) entre Colombia y México ($\Delta\beta = 0.040$; $p = 0.312$). Es crucial precisar qué implica y qué no implica este resultado.

La ausencia de diferencias significativas en el efecto indirecto indica que la fuerza del mecanismo mediador, esto es, la capacidad de las capacidades dinámicas para transmitir el impacto de la infraestructura tecnológica hacia los resultados empresariales, es estadísticamente similar en ambos países. En otras palabras, el “motor” interno que convierte tecnología en desempeño opera con una eficacia comparable en Colombia y México. Este hallazgo sugiere la existencia de un patrón universal en la región: una vez que las capacidades dinámicas están desarrolladas, su efectividad como mecanismo de transmisión no difiere sustancialmente entre contextos nacionales (Liu et al., 2022; Nitzl et al., 2016).

Sin embargo, la importancia relativa de esta mediación, capturada por el *VAE*, sí difiere sustancialmente: un 64.8% en Colombia versus un 44.2% en México, con intervalos de confianza que no se solapan. Esta diferencia obedece a que el efecto directo de la infraestructura sobre los resultados es significativamente menor en Colombia ($\beta = 0.186$ vs. 0.382). En consecuencia, las capacidades dinámicas adquieren un protagonismo relativo mayor en el contexto colombiano, no porque sean más potentes, sino porque la infraestructura por sí sola contribuye menos al desempeño. Colombia presenta una trayectoria de innovación más dependiente de las capacidades organizacionales, mientras en México la infraestructura actúa con mayor autonomía como motor del desempeño empresarial. Esta interpretación matizada evita la conclusión errónea de que “las capacidades dinámicas son más importantes en Colombia”, cuando lo correcto es afirmar que “son relativamente más determinantes debido al menor peso del efecto directo de la infraestructura”.

Implicaciones prácticas para políticas públicas y estrategias empresariales

Los hallazgos de esta investigación trascienden el ámbito académico y ofrecen orientaciones concretas para el diseño de políticas diferenciadas y estrategias de innovación empresarial en Latinoamérica. En la tabla 6 se sistematizan dichas implicaciones en función de los actores involucrados y de los recientes desarrollos en la agenda regional de desarrollo de pymes.

Tabla 6. Implicaciones prácticas diferenciadas por actor y contexto

Actor	Contexto mexicano (infraestructura-led)	Contexto colombiano (capacidades-led)	Base empírica y referentes de política
Empresas (pymes)	Priorizar estrategias de apropiación y uso innovador de la infraestructura existente; invertir en formación de mandos medios para fortalecer capacidades de <i>seizing</i> y <i>transforming</i>	Mantener y escalar las capacidades dinámicas desarrolladas; buscar activamente alianzas para acceder a tecnología de frontera que potencie la agilidad organizacional	Secundo et al. (2025); Warner y Wäger (2019)
Universidades	Trascender el rol de proveedoras de talento para convertirse en socias en innovación aplicada; desplegar <i>living labs</i> sectoriales y consultorías en gestión del cambio que cierren brechas de capacidades	Actuar como puente hacia infraestructura avanzada; catalizar la creación de <i>spin-offs</i> y codiseñar soluciones que permitan escalar la agilidad organizacional hacia nuevos mercados	Perkmann et al. (2021); Cunningham & Sánchez-Barrioluengo (2023)
Gobiernos (diseñadores de política)	Focalizar incentivos en programas de desarrollo de capacidades organizacionales (p. ej., formación gerencial, consultorías especializadas) complementarios a la inversión en infraestructura	Redoblar esfuerzos para dotar de tecnología de frontera a las pymes, aprovechando su base de capacidades; fortalecer programas de acceso a infraestructura científica y tecnológica universitaria	OCDE (2021, 2024); Cirera y Maloney (2017)

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del análisis multigrupo y de la literatura especializada en gestión de la innovación, capacidades dinámicas y políticas públicas para pymes en contextos emergentes.

Las recomendaciones para empresas se fundamentan en los hallazgos sobre el papel mediador de las capacidades dinámicas (Secundo et al., 2025; Warner & Wäger, 2019) y en la evidencia sobre consorcios universidad-industria (Perkmann et al., 2021; Cunningham & Sánchez-Barrioluengo, 2023). Las orientaciones para universidades recogen las experiencias documentadas en *living labs* y oficinas de transferencia tecnológica en América Latina (Kaniak et al., 2023; Fernández-Esquinas, 2022). Las recomendaciones de política pública se alinean con los diagnósticos y marcos de acción propuestos por organismos internacionales para

la región (OCDE, 2021, 2024; Cirera & Maloney, 2017; Alianza del Pacífico, 2024; Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe [SELA], 2025). La diferenciación por contexto nacional (infraestructura-led vs. capacidades-led) emana directamente de los resultados del modelo estructural multigrupo presentados en la tabla 5 y de la caracterización de los ecosistemas de innovación de Colombia y México desarrollada en el marco teórico (Dutrénit & Arza, 2020; Fernández-Esquinas et al., 2021; MinTIC, 2023; Secretaría de Economía, 2024).

Estas recomendaciones encuentran eco en iniciativas regionales recientes. El Public-Private Roadmap for the Development of MSMES and Entrepreneurship, aprobado por la Alianza del Pacífico en diciembre de 2024, establece nueve pilares de acción que incluyen innovación y tecnología, digitalización, y desarrollo de servicios empresariales. Nuestros resultados aportan evidencia empírica que permite priorizar inversiones dentro de estos pilares según el contexto nacional: México debería hacer hincapié en el pilar de “servicios de desarrollo empresarial” para complementar su infraestructura; mientras que Colombia puede centrarse en los pilares de “innovación y tecnología” y “transformación productiva” para apalancar sus capacidades existentes.

Adicionalmente, la Red de Mejores Prácticas en Políticas pyme de América Latina y el Caribe, lanzada en julio de 2025 por SELA, OCDE y Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe, constituye un espacio idóneo para transferir estas lecciones entre países (SELA, 2025). La red opera como mecanismo de acompañamiento entre pares y diálogo técnico, lo que permitiría, por ejemplo, que Colombia comparta sus estrategias de desarrollo de capacidades con México, mientras México transfiere sus experiencias en despliegue de infraestructura.

En el plano empresarial, los hallazgos subrayan la necesidad de que las pymes adopten un enfoque intencional y sistemático hacia el desarrollo de capacidades dinámicas. Estudios recientes sobre consorcios universidad-industria demuestran que la participación en entornos de innovación abierta, mediante prácticas de inspiración, investigación, ideación, desarrollo y evaluación, fortalece las microfundaciones de las capacidades dinámicas digitales en sus tres dimensiones (Secundo et al., 2025). Las empresas colombianas, con mayor base de capacidades, están en posición de liderar este tipo de consorcios; las mexicanas, con infraestructura robusta, deberían buscar activamente su incorporación.

En cuanto a formulación de políticas públicas, los resultados invitan a un cuestionamiento radical de la efectividad de los marcos de acción uniformes (Dutrénit & Arza, 2020; Fiss, 2021). El *SME Policy Index: Latin America and the Caribbean 2024*, elaborado por la OCDE, SELA y el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe, proporciona un diagnóstico comparativo de las políticas dirigidas a fortalecer el ecosistema emprendedor en la región (OECD, 2024). Nuestros hallazgos sugieren que, más allá del diagnóstico, las recomendaciones deben ser asimétricas: México requiere políticas que fortalezcan el “eslabón de capacidades” dentro de su cadena de innovación; mientras que Colombia necesita políticas que acerquen infraestructura avanzada a sus pymes ágiles. Esta evaluación situacional es el prerrequisito indispensable para articular intervenciones efectivas, orientadas a fortalecer precisamente la hélice más frágil del sistema (Cirera & Maloney, 2017; Fernández-Esquinas, 2022).

Conexión con la Agenda de Desarrollo Sostenible

Las implicaciones para los ODS son profundas y directas. Los resultados de esta investigación trascienden la esfera estrictamente gerencial, al ofrecer implicaciones directas para la Agenda Global de Desarrollo Sostenible. Al establecer que el potencial de la infraestructura tecnológica (vinculada al ODS 9: industria, innovación e infraestructura) solo se materializa a través del desarrollo crítico de capacidades organizacionales de orden superior, el presente estudio identifica un mecanismo microfundacional concreto para impulsar el ODS 8: trabajo decente y crecimiento económico.

En línea con el enfoque del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, las pymes resilientes son aquellas capaces de fortalecer su capacidad de respuesta ante múltiples crisis, emergiendo como actores clave en la construcción de economías más sostenibles y cohesionadas (United Nations Development Programme, 2025). Nuestros hallazgos sugieren que dicha resiliencia se construye, precisamente, sobre la base de capacidades dinámicas sólidas. Los programas de desarrollo de cadenas de valor inclusivas implementados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Perú y Ecuador, que han logrado incrementos comerciales del 25% en organizaciones participantes y han promovido la inclusión de género con un 50% de empresas lideradas por mujeres, demuestran que es posible escalar estas intervenciones.

Este vínculo pone de relieve un papel catalizador para el sistema de educación superior. Las universidades son centrales para el cumplimiento del ODS 4 (educación de calidad), no solo a través de la formación del capital humano, sino específicamente mediante la promoción del aprendizaje organizacional continuo dentro del tejido productivo, tal como se implementa en los modelos de UBL (Chankseliani & McCowan, 2021; Compagnucci & Spigarelli, 2020).

Investigaciones recientes sobre el contexto institucional en América Latina confirman que tanto las instituciones formales (políticas y normativas gubernamentales) como las informales (normas sociales y valores culturales) influyen positivamente en el desempeño innovador de las pymes, aunque la magnitud del impacto varía según el nivel de desempeño del contexto país (Restrepo-Morales et al., 2024). Nuestros resultados complementan esta evidencia al demostrar que el contexto nacional modula no solo la relación directa entre recursos y resultados, sino también la importancia relativa de los mecanismos mediadores. La ausencia de diferencias en la fuerza de la mediación, junto con la presencia de diferencias en su relevancia relativa, sugiere que las políticas deben centrarse en fortalecer el eslabón más débil de cada cadena causal específica al contexto.

Por último, la necesidad imperativa de diseñar políticas diferenciadas y de fomentar la cooperación intersectorial refuerza la urgencia del ODS 17 (alianza para lograr los objetivos). El éxito de la gobernanza en los ecosistemas de innovación exige la construcción de alianzas multiactor que sean genuinamente sensibles al contexto y a las configuraciones locales específicas (Howaldt et al., 2019; Montiel et al., 2022). La Red de Mejores Prácticas en Políticas Pyme constituye un ejemplo concreto sobre cómo articular estas alianzas regionales, facilitando el diálogo técnico y la transferencia de conocimientos entre gobiernos, sector privado, academia y organismos internacionales.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

Lejos de restar validez, el reconocimiento de las limitaciones del presente estudio abre vías precisas para la investigación futura (Fisch & Block, 2021). La restricción más sustantiva radica en la naturaleza inferida con la que se han aproximado los UBL. Aunque el andamiaje teórico y el contraste contextual respaldan con solidez su función catalizadora, existe una

necesidad imperativa de trascender la inferencia para operacionalizar y medir este constructo multidimensional de manera directa (Perkmann et al., 2021).

En consecuencia, el próximo gran desafío empírico consiste en el diseño y validación de una escala psicométrica robusta, capaz de capturar tanto la intensidad y la calidad percibida de la vinculación como su heterogeneidad modal, abarcando desde consultoría y aprendizaje-servicio hasta I+D conjunta. La operacionalización de una métrica de esta naturaleza habilitaría esquemas analíticos sustancialmente más robustos (Guerrero et al., 2021; Cunningham & Sánchez-Barrioluengo, 2023).

Asimismo, es menester interpretar los resultados bajo la cautela que impone la transversalidad del diseño. Si bien la robustez de los procedimientos analíticos aplicados ofrece garantías estadísticas, la arquitectura de corte transversal restringe, por definición, la inferencia de causalidad en sentido estricto (Hair et al., 2021). Mediante la incorporación de la dimensión temporal, será factible decodificar la secuencia causal, contrastando la evolución del desempeño y la absorción tecnológica en los escenarios *ex ante* y *ex post* a la formación del vínculo universitario (Ployhart & Vandenberg, 2012; Dormann & Griffin, 2022). Futuros estudios podrían adoptar diseños longitudinales o cuasiexperimentales que permitan establecer con mayor certeza la direccionalidad de las relaciones aquí identificadas.

Recomendaciones diferenciadas para gestores de innovación en Colombia y México

Los hallazgos de este estudio no solo iluminan los mecanismos de mediación a nivel agregado, sino que también ofrecen orientaciones concretas y contextualmente situadas para los gestores de innovación, tanto en el ámbito empresarial como en el universitario, responsables de diseñar, implementar y evaluar estrategias de apropiación tecnológica. La diferenciación entre los perfiles nacionales de Colombia (capacidades-led) y México (infraestructura-led) exige enfoques de gestión asimétricos, que reconozcan las fortalezas relativas y los eslabones más frágiles de cada cadena de valor de la innovación.

En la tabla 7 se sintetizan estas recomendaciones, organizadas según el tipo de gestor y el contexto nacional. Cada recomendación se fundamenta en los resultados empíricos

del análisis multigrupo y en la literatura especializada sobre gestión de la innovación y desarrollo de capacidades dinámicas en contextos emergentes.

Tabla 7. Recomendaciones diferenciadas para gestores de innovación según contexto nacional

Gestor/actor	Contexto mexicano (infraestructura-led)	Contexto colombiano (capacidades-led)	Fundamentación empírica y referentes
Gestores de innovación en empresas	Fortalecer las rutinas de <i>seizing</i> y <i>transforming</i>: diseñar programas internos de formación en gestión del cambio, liderazgo de equipos interdisciplinarios y evaluación de proyectos con incertidumbre tecnológica. Crear roles específicos de “agentes de vinculación” que actúen como puente con las universidades para traducir la infraestructura disponible en mejoras de procesos.	Potenciar la agilidad organizacional mediante acceso a tecnología de frontera. Establecer alianzas estratégicas con universidades para acceder a laboratorios especializados, software avanzado y equipos de investigación aplicada. Escalar capacidades existentes hacia nuevos mercados, participando en consorcios de innovación abierta y proyectos de I+D colaborativa que permitan internacionalizar los desarrollos.	Secundo et al. (2025); Warner & Wäger (2019); Nambisan et al. (2019)
Gestores de transferencia tecnológica en universidades	Transitar de proveedores de talento a socios en innovación aplicada. Desplegar <i>living labs</i> sectoriales, consultorías en gestión del cambio y programas de formación ejecutiva que cierren brechas de capacidades en las pymes. Medir el impacto en términos de apropiación, no solo de patentes o contratos.	Actuar como puente hacia infraestructura avanzada, facilitando el acceso de las pymes a equipos de alta tecnología, plataformas de simulación y centros de prototipado rápido. Catalizar la creación de <i>spin-offs</i> académicos con base en la agilidad organizacional de las empresas socias, codiseñando modelos de negocio que escalen innovaciones.	Perkmann et al. (2021); Cunningham & Sánchez-Barrioluengo (2023); Kaniak et al. (2023)

Continúa

Gestor/actor	Contexto mexicano (infraestructura-led)	Contexto colombiano (capacidades-led)	Fundamentación empírica y referentes
Gestores de políticas de innovación	Focalizar incentivos en el desarrollo de capacidades organizacionales, diseñando líneas de financiamiento específicas para formación gerencial en innovación, consultorías especializadas y programas de mentoría que complementen la inversión en infraestructura. Promover la articulación gobierno-industria-universidad-sociedad civil con énfasis en la apropiación social de la tecnología.	Redoblar esfuerzos para dotar de tecnología de frontera a las pymes, fortaleciendo programas de acceso a infraestructura científica y tecnológica universitaria, con líneas de cofinanciamiento para equipamiento especializado y software de simulación. Apalancar las capacidades existentes mediante convocatorias que premien la trayectoria en innovación y la colaboración internacional.	OCDE (2021, 2024); Cirera y Maloney (2017); Alianza del Pacífico (2024); sela (2025)
Gestores de programas de formación y desarrollo de talento	Diseñar programas de capacitación enfocados en el uso innovador de la tecnología: cursos de análisis de datos, automatización inteligente y gestión de plataformas digitales, orientados a mandos medios y técnicos. Incorporar competencias de <i>sensing</i> y <i>seizing</i> en los currículos de posgrado y formación continua.	Fortalecer la formación en transferencia tecnológica y emprendimiento de base científica. Desarrollar programas de especialización en gestión de la innovación que conecten a estudiantes de posgrado con pymes de base tecnológica. Promover estancias cortas de investigadores en empresas para facilitar la transferencia de conocimiento tácito.	Crupi y Mortara (2025); Joshi et al. (2023); Fernández-Esquinas (2022)

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del análisis multigrupo (tabla 5) y de la literatura especializada en gestión de la innovación, capacidades dinámicas y políticas de innovación en economías emergentes.

Las recomendaciones muestran los distintos puntos de partida de los ecosistemas nacionales: México con una ventaja comparativa en infraestructura tecnológica ($\beta_{IT \rightarrow RE} = 0.382$) pero menor protagonismo relativo de las capacidades dinámicas ($VAF = 44.2\%$); Colombia con una ventaja comparativa en capacidades organizacionales ($\beta_{CD \rightarrow RE} = 0.491$; $VAF = 64.8\%$) pero un efecto directo de la infraestructura significativamente menor ($\beta = 0.186$). Estas configuraciones divergentes, coherentes con las tipologías de ecosistemas de innovación propuestas por Fernández-Esquinas et al. (2021) y con los marcos de cuádruple y quintuple hélice (Carayannis & Campbell, 2009; Carayannis et al.,

2012), exigen estrategias de gestión asimétricas que fortalezcan precisamente el eslabón más frágil de cada cadena causal.

La implementación de estas recomendaciones precisa un diagnóstico situacional que permita a cada gestor identificar en qué eslabón de la cadena innovadora se encuentra el mayor potencial de mejora. En México, el foco debe estar en convertir la infraestructura abundante en valor mediante el fortalecimiento de las capacidades organizacionales; en Colombia, el esfuerzo debe dirigirse a apalancar las capacidades existentes con tecnología de frontera que permita escalar su impacto. Esta lógica de intervención asimétrica, respaldada por los hallazgos de mediación y moderación del estudio, constituye una guía práctica para la toma de decisiones en contextos de recursos limitados.

En términos operativos, los gestores de innovación en México podrían priorizar la creación de “centros de apropiación tecnológica” dentro de las universidades que ofrezcan servicios de consultoría en gestión del cambio y formación en *seizing* y *transforming* para pymes. Paralelamente, los gestores colombianos podrían impulsar “programas de acceso a infraestructura científica” con líneas de cofinanciamiento para que las pymes utilicen laboratorios universitarios y desarrollen prototipos de alto valor agregado. Ambas estrategias, aunque distintas en su naturaleza, comparten el objetivo común de cerrar la brecha entre infraestructura y capacidades que la literatura ha identificado como un obstáculo estructural para la innovación en economías emergentes (Cirera & Maloney, 2017; Teece, 2018).

Conclusiones

A partir de la evidencia comparada recogida en este estudio, se concluye que la transformación digital de las pymes latinoamericanas responde a una lógica profundamente configuracional. Lejos de tratarse de un proceso lineal y determinado exclusivamente por la tecnología, se asemeja más a un trayecto cuyos itinerarios posibles están definidos por la arquitectura particular de cada ecosistema nacional de innovación. En este sentido, el modelo de la triple hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), aunque ha sido ampliado por desarrollos posteriores como la cuádruple y quintuple hélices (Carayannis & Campbell,

2009; Carayannis et al., 2012), ofrece un lente analítico todavía vigente para entender cómo las distintas configuraciones de los UBL producen trayectorias de innovación diferenciadas. Los hallazgos revelan con particular nitidez que la triple hélice no opera de manera homogénea en la región; por el contrario, su manifestación empírica es profundamente contingente al contexto institucional y a las prioridades históricas de política pública de cada país.

En México, la triple hélice se expresa con una gravitación predominante en el eje gobierno-industria, donde la universidad asume una función más instrumental, como proveedora de talento cualificado, y la infraestructura tecnológica actúa como motor relativamente autónomo del desempeño empresarial (β directo $IT \rightarrow RE = 0.382$). En Colombia, en cambio, la configuración de la triple hélice otorga una centralidad protagónica al eje universidad-gobierno, donde las instituciones de educación superior se constituyen en nodos críticos para el desarrollo de capital humano avanzado y capacidades de apropiación tecnológica, a fin de compensar mediante capacidades dinámicas sólidas (β $CD \rightarrow RE = 0.491$; $VAF = 64.8\%$) las brechas infraestructurales iniciales (β directo $IT \rightarrow RE = 0.186$). Esta divergencia en los patrones de interacción triádica evidencia que la triple hélice latinoamericana no es una fórmula única, sino un repertorio de configuraciones posibles que los países han construido a lo largo de trayectorias históricas distintas.

La principal contribución teórica de este trabajo reside en haber integrado de manera situada la teoría de las capacidades dinámicas en el estudio de los UBL dentro de economías emergentes. Al demostrar que dichas capacidades constituyen el principal mecanismo mediador (Teece, 2018), se responde a la pregunta fundamental de cómo la infraestructura tecnológica logra generar valor, al tiempo que se destaca el papel protagónico de la universidad en la construcción de ese puente organizacional. Además, la comparación entre los casos de Colombia y México (Katz & Callorda, 2018; OCDE, 2021) permite avanzar hacia una comprensión más matizada y contingente de la gestión de la innovación, que reconoce el principio de equifinalidad y la influencia decisiva de las configuraciones institucionales locales (Gresov & Drazin, 1997).

Desde la perspectiva de la gestión universitaria, los hallazgos enriquecen el debate sobre qué modelos de vinculación resultan más efectivos según la configuración de capacidades dinámicas del tejido empresarial local. En contextos como el mexicano, donde las pymes

disponen de infraestructura tecnológica relativamente abundante pero muestran brechas en capacidades de *seizing* y *transforming*, las universidades deben trascender su rol tradicional de formadoras de talento para convertirse en socias activas en innovación aplicada, desplegando *living labs* sectoriales, consultorías en gestión del cambio y programas de formación ejecutiva que cierren esas brechas (Perkmann et al., 2021; Cunningham & Sánchez-Barrioluengo, 2023). En escenarios como el colombiano, donde las pymes exhiben una base consolidada de capacidades dinámicas, pero requieren acceso a tecnología de frontera para escalar su impacto, las universidades deben actuar como puentes hacia infraestructura científica avanzada, catalizando la creación de *spin-offs* académicos y codiseñando soluciones que permitan apalancar esa agilidad organizacional hacia nuevos mercados (MinTIC, 2023; Rasmussen & Wright, 2020). Esta diferenciación en los modelos de gestión universitaria, que no es excluyente sino complementaria según el punto de partida de cada ecosistema, constituye una lección práctica de alto valor para las políticas de innovación en la región.

Estos hallazgos conllevan implicaciones prácticas inmediatas y, necesariamente, diferenciadas. En esencia, se trata de impulsar una estrategia de alineamiento sensible al contexto: en aquellos entornos donde la infraestructura tecnológica es la ventaja comparativa, como parece ser el caso de México, las políticas públicas y la gestión universitaria deben focalizarse en cultivar las capacidades organizacionales que permitan usarla de manera innovadora. Por el contrario, donde las capacidades dinámicas ya constituyen una fortaleza, como se observa en Colombia, el esfuerzo debe redoblar para dotar a esas organizaciones ágiles de tecnología de frontera que potencie su talento.

Finalmente, al vincular estos resultados con la Agenda 2030, la investigación trasciende el ámbito académico para sumarse a la conversación global sobre el desarrollo sostenible. Queda claro que fortalecer la colaboración universidad-pyme no es un simple instrumento de política tecnológica, sino una estrategia fundamental para promover el trabajo decente (ODS 8), la industrialización inclusiva (ODS 9), la educación de calidad (ODS 4) y las alianzas multiactor (ODS 17). El vínculo entre la universidad y la pequeña empresa, por lo tanto, es mucho más que un canal de transferencia; se erige, en última instancia, como un puente indispensable hacia un futuro más próspero y equitativo para América Latina, siempre que se diseñe con sensibilidad a las configuraciones particulares de cada ecosistema nacional de innovación.

Roles de contribución (taxonomía de CredIT)

Willingthon G. Gámez Araújo: conceptualización, curación de datos, análisis formal-técnicas estadísticas, análisis de datos, investigación, metodología, validación, redacción del documento original, redacción, revisión y edición, supervisión y liderazgo en la planificación.

Declaración sobre el uso de lenguaje (LLM)

Para la creación de este documento se contó con la asistencia de modelos de lenguaje de gran escala (LLM), específicamente DeepSeek (desarrollado por DeepSeek Company), con propósitos de revisión idiomática, verificación de coherencia sintáctica y estilo en la versión en portugués del título, resumen y de las palabras clave; así como, en la gramática y corrección de estilo de la redacción en el idioma español. Vale añadir que, todas las decisiones finales respecto al contenido, estructura y argumentación del manuscrito fueron tomadas por su autor, quien asume la plena responsabilidad por la integridad y originalidad del trabajo presentado.

Referencias

- Albornoz, M., Alfaraz, C., & Rezk, M. (2022). *Los sistemas de innovación en América Latina: Instituciones, capacidades y políticas*. Teseo.
- Alfaro-Sifontes, M., & Osorio-Londoño, A. A. (2024). Procesos microsociales para el desarrollo de alianzas intra e interorganizacionales en un modelo de Cuádruple Hélice en El Salvador. *Revista Publicando*, 11(42), 45-62. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12548723>
- Alianza del Pacífico. (2024). *Public-Private Roadmap for the development of MSMEs and entrepreneurship in the Pacific Alliance approved*. <https://alianzapacifico.net/en/public-private-roadmap-for-the-development-of-msmes-and-entrepreneurship-in-the-pacific-alliance-approved/>

- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7.^a ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Apa, R., De Marchi, V., Grandinetti, R., & Sedita, S. R. (2021). University-SME collaboration and innovation performance: The role of informal relationships and absorptive capacity. *Journal of Technology Transfer*, 46(4), 961-988. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09802-9>
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: Toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37(2), 471-482. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37:2.3>
- Blankendaal, T., Frenken, K., & Van Rijnsoever, F. J. (2022). Digital infrastructure as a platform for innovation: A review of empirical evidence. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121268. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121268>
- Boehm, D. N., & Hogan, T. (2014). “A jack of all trades”: The role of PIS in the establishment and management of collaborative networks in scientific knowledge commercialisation. *The Journal of Technology Transfer*, 39(1), 134-149. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9275-6>
- Bozeman, B., & Youtie, J. (2017). Socio-economic impacts and public value of government-funded research: Lessons from four US National Science Foundation initiatives. *Research Policy*, 46(8), 1387-1398. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.06.003>
- Cai, Y., & Liu, C. (2023). The role of government in shaping university-industry collaborations: A comparative study of innovation ecosystems in China and Germany. *Studies in Higher Education*, 48(5), 789-804. <https://doi.org/10.1080/03075079.2023.2187392>
- Cai, Y., & Lattu, A. (2022). Triple helix or quadruple helix: Which model of innovation to choose for empirical studies? *Minerva*, 60(2), 257-280. <https://doi.org/10.1007/s11024-021-09453-6>
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. J. (2012). The Quintuple Helix innovation model: Global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2009). “Mode 3” and “Quadruple Helix”: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3-4), 201-234. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374>
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2021). Democracy of climate and climate for democracy: The evolution of Quadruple and Quintuple Helix innovation systems. *Journal of the Knowledge Economy*, 12(4), 2050-2082. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00778-x>
- Chankseliani, M., & McCowan, T. (2021). Higher education and the Sustainable Development Goals. *Higher Education*, 81(1), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s10734-020-00573-8>

- Cheah, J.-H., Thursamy, R., Memon, M. A., Chuah, F., & Ting, H. (2023). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-34589-0>
- Chen, J., Wu, H., & Zhou, Y. (2021). Building innovation ecosystems: The role of government in China's science and technology parks. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121107. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121107>
- Cirera, X., & Maloney, W. F. (2017). *The innovation paradox: Developing-country capabilities and the unrealized promise of technological catch-up*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1160-9>
- Collins-Egan, E., & Chanona, P. (2025). 2025 y la innovación pública en Latinoamérica: Experiencias, señales y tensiones desde el terreno [episodio de pódcast]. En *Futuro Público*. <https://futuropublico.org/episode/2025-y-la-innovacion-publica-en-latinoamerica-experiencias-senales-y-tensiones-desde-el-terreno>
- Comisión Económica para América Latina. (2023). *La transformación digital en América Latina: Avances y desafíos*. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48911-la-transformacion-digital-america-latina-avances-desafios>
- Compagnucci, L., & Spigarelli, F. (2020). The Third Mission of the university: A systematic literature review on potentials and constraints. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120284. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120284>
- Crupi, A., & Mortara, L. (2025). Building middle “managers” managerial dynamic capabilities through collaborations: Exploring the microfoundations in a university-industry consortium. *Journal of Technology Transfer*, 51, 823-853. <https://doi.org/10.1007/s10961-025-10242-6>
- Cruces, M. A., & Carballo, J. L. (2022). Digital infrastructure and export performance in Latin American SMES. *Journal of International Business Studies*, 53(4), 789-805. <https://doi.org/10.1057/s41267-022-00527-5>
- Cunningham, J. A., & Sánchez-Barrioluengo, M. (2023). University-industry linkages and dynamic capabilities: A systematic literature review. *Technovation*, 119, 102566. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102566>
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: Theory and applications* (4.^a ed.). Sage.
- DeepSeek. (2024). *DeepSeek (Versión 2024) [Modelo de lenguaje de inteligencia artificial]*. DeepSeek Company. <https://www.deepseek.com/>
- Donawa Torres, Z. A., & Gámez Araújo, W. G. (2018). Ausencia de habilidades gerenciales para una cultura de innovación universitaria en instituciones de Colombia y Venezuela.

- Universidad y Empresa*, 21(36), 8-35. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.5961>
- Dormann, C., & Griffin, M. A. (2022). Optimal time lags in panel studies. *Psychological Methods*, 27(1), 52-69. <https://doi.org/10.1037/met0000431>
- Dutrénit, G., & Arza, V. (2020). The university-industry-government relations in Latin America: A framework for understanding diverse evolutionary trajectories. *Science and Public Policy*, 47(6), 793-806. <https://doi.org/10.1093/scipol/scaa027>
- Dutrénit, G., Natera, J. M., & Vera-Cruz, A. O. (2023). National innovation systems and technological learning in latecomer economies: A conceptual framework. *Science and Public Policy*, 50(1), 142-156. <https://doi.org/10.1093/scipol/scac072>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2017). *The triple helix: University-industry-government innovation and entrepreneurship* (2.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315620183>
- Fernández-Esquinas, M. (2022). University-business cooperation in Latin America: A framework for analysing context-specific interactions. *The Journal of Technology Transfer*, 47(4), 1134-1154. <https://doi.org/10.1007/s10961-021-09880-3>
- Fernández-Esquinas, M., Torres, A., & Martínez, M. J. (2020). Sistemas regionales de innovación en América Latina: Una perspectiva comparada. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15(44), 121-145. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-165>
- Fernández-Esquinas, M., Torres, A., & Martínez, M. J. (2021). Sistemas regionales de innovación en América Latina: Una perspectiva comparada. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15(44), 121-145. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-178>
- Fisch, C., & Block, J. (2021). Six tips for your (systematic) literature review in business and management research. *Management Review Quarterly*, 71(2), 103-106. <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00188-4>
- Fiss, P. C. (2011). Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research. *Academy of Management Journal*, 54(2), 393-420. <https://doi.org/10.5465/amj.2011.60263120>
- Gresov, C., & Drazin, R. (1997). Equifinality: Functional equivalence in organization design. *Academy of Management Review*, 22(2), 403-428. <https://doi.org/10.5465/amr.1997.9707154064>

- Guerrero, M., & Urbano, D. (2021). The entrepreneurial university: A model for the 21st century. En *Oxford research encyclopedia of business and management*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190224851.013.353>
- Guerrero, M., Urbano, D., & Gajón, E. (2021). The role of universities in the development of dynamic capabilities in SME clusters. *Journal of Technology Transfer*, 46(4), 1081-1107. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09793-7>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3.^a ed.). Sage. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2016). Testing measurement invariance of composites using partial least squares. *International Marketing Review*, 33(3), 405-431. <https://doi.org/10.1108/IMR-09-2014-0304>
- Howaldt, J., Kaletka, C., Schröder, A., & Zirngiebl, M. (2019). *Atlas of social innovation: 2nd volume*. TU Dortmund University. <https://doi.org/10.14512/9783962386887>
- Innovación en Colaboración. (2023). *Entendiendo los modelos de triple y cuádruple hélice*. <https://www.innovacolectiva.org/innovacion-en-colaboracion-entendiendo-los-modelos-de-triple-y-cuadruple-helice/>
- Joshi, K., Loganathan, M., Chandrashekar, D., Brem, A., & Satyanarayana, K. (2023). How do university-based incubators and accelerators build dynamic capabilities? An exploration from India. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 9035-9048. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3314903>
- Kaniak, V. M. M., Teixeira, R. M., Takahashi, A. R. W., & Singh, A. S. (2023). Universities' entrepreneurship mission in a Dynamic Capability approach: A multicase study in south Brazil. *Regepe Entrepreneurship and Small Business Journal*, 12(3), e2164. <https://doi.org/10.14211/regepe.esbj.e2164>
- Katz, R. L. (2020). *El ecosistema y la economía digital en América Latina*. Banco de Desarrollo de América Latina. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1628>
- Katz, R., & Callorda, F. (2018). Accelerating the development of Latin American digital ecosystem and implications for broadband policy. *Telecommunications Policy*, 42(9), 661-681. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.11.002>
- Katz, R., & Pietrobelli, C. (2018). *The role of global value chains in enhancing the innovation capabilities of small and medium enterprises in Latin America*. Inter-American Development Bank Working Paper Series, IDB-WP-930. <https://doi.org/10.18235/0001293>

- Li, Y., Li, X., & Liu, Y. (2020). How can small and medium-sized enterprises benefit from university collaboration? The role of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 118, 287-297. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.06.019>
- Liu, Y., Li, Y., & Wei, Z. (2022). How dynamic capabilities affect the effectiveness of IT resources: The moderating role of competitive intensity. *Information & Management*, 59(3), 103604. <https://doi.org/10.1016/j.im.2022.103604>
- Manotungvorapun, N., & Gerd Sri, N. (2021). University-industry collaboration: Assessing the matching quality between companies and academic partners. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(5), 1418-1435. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2910154>
- Mathisen, L., & Rasmussen, E. (2019). The development, growth, and performance of university spin-offs: A critical review. *The Journal of Technology Transfer*, 44(6), 1891-1938. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-09714-9>
- Matthews, L., Hair, J. F., & Matthews, R. (2022). Model comparison and multigroup analysis in PLS-SEM: A review of best practice guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, 122(3), 577-604. <https://doi.org/10.1108/IMDS-08-2021-0513>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2023). *Estrategia nacional digital de Colombia 2023-2026*. https://mintic.gov.co/portal/715/articles-334120_recurso_1.pdf
- Montero, C., & Vélez, M. C. (2022). Building dynamic capabilities in resource-constrained environments: The case of Latin American SMES. *Journal of Small Business Management*, 60(3), 612-639. <https://doi.org/10.1080/00472778.2021.1885257>
- Montiel, I., Cuervo-Cazurra, A., Park, J., Antolín-López, R., & Husted, B. W. (2022). Why and how to frame the sustainable development goals in business research. *Journal of Management Studies*, 59(8), 1919-1945. <https://doi.org/10.1111/joms.12732>
- Nambisan, S., Wright, M., & Feldman, M. (2019). Digital transformation and innovation in emerging ecosystems. *Research Policy*, 48(8), 103773. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.018>
- Nitzl, C., & Chin, W. W. (2020). The case of partial least squares (PLS) path modeling in managerial accounting research. *Journal of Management Control*, 31(3), 1-25. <https://doi.org/10.1007/s00187-020-00297-x>
- Nitzl, C., Roldán, J. L., & Cepeda, G. (2016). Mediation analysis in partial least squares path modeling: Helping researchers discuss more sophisticated models. *Industrial Management & Data Systems*, 116(9), 1849-1864. <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2015-0302>
- Núñez, R. (2025). *Activa 4.0: Hacia una colaboración sostenible de la triple hélice y la transición a la Industria 5.0*. Universidad del Caribe. <https://noticias.unicaribe.edu.do/activa-4-0-hacia-una-colaboracion-sostenible-de-la-triple-helice-y-la-transicion-a-la-industria-5-0/>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2021). *Política de innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos caminos*. <https://doi.org/10.1787/9789264252929-es>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2022). *Revisión de la política de telecomunicaciones y radiodifusión en México*. <https://doi.org/10.1787/9789264495753-es>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2024). *SME Policy Index: Latin America and the Caribbean 2024: Towards an Inclusive, Resilient, and Sustainable Recovery*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264778160-en>
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A., & Sobrero, M. (2021). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations. *Research Policy*, 50(1), 104174. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104174>
- Ployhart, R. E., & Vandenberg, R. J. (2010). Longitudinal research: The theory, design, and analysis of change. *Journal of Management*, 36(1), 94-120. <https://doi.org/10.1177/0149206309352110>
- Rasmussen, E., & Wright, M. (2020). How can universities facilitate academic spin-offs? An entrepreneurial competency perspective. *The Journal of Technology Transfer*, 45(5), 1558-1587. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09795-5>
- Restrepo-Morales, J. A., Loaiza-Quintero, O. L., & Sánchez-Torres, Y. (2024). The influence of institutional context in the relationship between green management, perceived barriers to sustainability and innovation performance in SMES. *Journal of Technology Management & Innovation*, 19(1), 45-58. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242024000100045>
- Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J. H., Becker, J. M., & Ringle, C. M. (2020). How to specify, estimate, and validate higher-order constructs in PLS-SEM. *Australasian Marketing Journal*, 27(3), 197-211. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2019.05.003>
- Secundo, G., De Turi, I., Garzoni, A., Posa, M., & Barile, D. (2025). Unveiling knowledge practices and microfoundations of knowledge-based dynamic capabilities for digital transformation in SMES through industry-university perspective. *Journal of Knowledge Management*, 30(4), 1237-1265. <https://doi.org/10.1108/JKM-02-2024-0244>
- Secretaría de Economía. (2024). *Programa Sectorial de Economía 2020-2024 (actualización y avances)*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/programa-sectorial-de-economia-2020-2024>
- Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA). (2025). *Latin American and Caribbean countries define roadmap for the Network of Best Practices in SME Policies*. Latin American

- and Caribbean Economic System. <https://sela.org/en/latin-american-and-caribbean-countries-define-roadmap-for-the-network-of-best-practices-in-sme-policies/>
- Teece, D. J. (2018). Dynamic capabilities as (workable) management systems theory. *Journal of Management & Organization*, 24(3), 359-368. <https://doi.org/10.1017/jmo.2017.75>
- Thomas, E., & Pugh, R. (2020). From “entrepreneurial” to “engaged” universities: Social innovation for regional development in the Global South. *Regional Studies*, 54(12), 1631-1643. <https://doi.org/10.1080/00343404.2020.1749586>
- United Nations Development Programme. (2025). *Resilient micro, small, and medium enterprises for and by prosperity*. <https://www.undp.org/latin-america/blog/resilient-micro-small-and-medium-enterprises-and-prosperity>
- Universidad y Empresa. (2025, 15 de septiembre). *Convocatoria Número Especial (2026): Experiencias latinoamericanas en gestión de la innovación y vínculos entre universidad y empresa*. Universidad del Rosario. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/announcement/view/224>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Wang, Y., & Li, Y. (2019). National innovation systems and the dynamic capability of firms: A cross-country analysis. *Research Policy*, 48(9), 103791. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.04.011>
- Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326-349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Zhao, X., Lynch, J. G., & Chen, Q. (2010). Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis. *Journal of Consumer Research*, 37(2), 197-206. <https://doi.org/10.1086/651257>
- Zhou, K. Z., & Wu, F. (2018). Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*, 39(8), 2237-2261. <https://doi.org/10.1002/smj.2755>