



Industria 4.0 y desempeño de las PYMES en economías emergentes: un análisis comparativo de los modelos de negocio B2B, B2C y B2G

Rodrigo Ortiz-Henríquez, Doctor en Finanzas y Magíster en Economía Financiera, Universidad Adolfo Ibáñez, Chile. Académico Facultad de Economía y Negocios, UAH; Cristian Geldes, Ph.D. en Management, Universidad Adolfo Ibáñez, Chile. Académico Facultad de Economía y Negocios, UAH; y Mauricio Castillo-Vergara, Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Politécnica de Cartagena, España. Académico Facultad de Economía y Negocios, UAH.

Introducción

La Industria 4.0 (I4.0) está generando cambios significativos en el panorama empresarial. Se refiere a la convergencia de las últimas tecnologías digitales, que permiten la creación de sistemas ciberfísicos. Estos sistemas permiten a las empresas interoperar y transmitir información en tiempo real, mejorando así su rendimiento y sus procesos de toma de decisiones (Rupp et al., 2021). El concepto de I4.0 está evolucionando y se ha utilizado indistintamente con términos como «fabricación inteligente», «transformación digital» y «cuarta revolución industrial» (Culot et al., 2020). Las tecnologías de la I4.0 se clasifican desde diferentes perspectivas. Por su parte, Frank et al. (2019) distinguen entre «tecno-

logías base», como el Internet de las Cosas (IdC), la computación en la nube, el big data y la analítica, y «tecnologías front-end», como la robótica, la fabricación aditiva, la realidad aumentada y la Inteligencia Artificial (IA).

La implementación de innovaciones y tecnologías I4.0 está vinculada al aumento de la competitividad, la eficiencia operativa, la calidad, la producción, el rendimiento empresarial y el desarrollo de nuevos modelos de negocio (Duman y Akdemir, 2021). Sin embargo, las vías de adopción de estas tecnologías varían según el tamaño de la empresa, el sector y el modelo de negocio (Marinagi et al., 2023).

En el caso de las pequeñas y medianas empresas (PYME), que son de gran relevancia





Para fortalecer la implementación de las tecnologías I4.0 en las PYMES y su impacto en el desempeño, se necesita una estrategia pública integral y coordinada que vaya más allá de los instrumentos tradicionales”

para el desarrollo económico y la creación de empleo, especialmente en economías emergentes como los países latinoamericanos, la adopción de la I4.0 puede ofrecer beneficios significativos en el rendimiento general, incluyendo mayor flexibilidad, mayor productividad, ventajas competitivas, mayor sostenibilidad y diversificación de las exportaciones (Castillo-Vergara et al., 2025). Algunos autores argumentan que el impacto de la tecnología en el rendimiento y la innovación de las empresas depende del tipo de tecnología utilizada en las PYME. Por lo tanto, se requieren diferentes combinaciones de tecnologías (Somohano-Rodríguez y Madrid-Guijarro, 2022).

También se ha destacado que la I4.0 está transformando y creando nuevos modelos de negocio, lo que permite métodos innovadores para capturar y generar valor (Weking et al., 2018). Además, se han observado diferentes efectos de la I4.0 en diversos modelos de negocio, como los modelos «empresa

a empresa» (B2B), «empresa a consumidor» (B2C) y «empresa a gobierno» (B2G) (Skare et al., 2023). Sin embargo, los diversos impactos de las tecnologías I4.0 han sido menos estudiados en diferentes modelos de negocio dentro de las PYMES, especialmente en economías emergentes y América Latina (Heredia et al., 2022).



Además, en las pymes de economías emergentes, existen importantes barreras que dificultan la implementación de la I4.0, como el acceso limitado al financiamiento, políticas de incentivos inadecuadas, conocimientos y apoyo técnico insuficientes, escasez de trabajadores cualificados y falta de desarrollo de capacidades digitales. Asimismo, para las pymes latinoamericanas, la adopción de la I4.0 exige urgencia y un enfoque que considere la diversidad de empresas e instituciones (Gatica-Neira et al., 2024). Por lo tanto, este estudio busca evaluar los efectos de las tecnologías I4.0, agrupadas en tecnologías de base y front-end, en el desempeño de las pymes. Se diferencia entre los modelos de negocio B2B, B2C y B2G, utilizando a Chile como caso de estudio de una economía emergente.

Metodología

Para analizar el caso de Chile, se diseñó y administró una encuesta a pymes. Los datos representan una muestra aleatoria de 536 pymes de la Región Metropolitana de Chile, incluyendo Santiago, la capital, entre el 15 de noviembre de 2022 y el 15 de enero de 2023. Para recopilar la muestra, se envió una encuesta a 12.000 empresas del directorio empresarial chileno (<https://basedatoschile.cl/>). De estas empresas, el 19 % (2233) comenzó a responder la encuesta, el 4 % (536) la completó correctamente y, finalmente, 515 proporcionaron respuestas válidas. El crite-

rio de inclusión fue tener entre 10 y 250 empleados. Los datos se recopilaron mediante un cuestionario digital autoadministrado, diseñado específicamente para personas con cargos directivos en las empresas seleccionadas. Antes de comenzar la encuesta, los participantes recibieron una explicación detallada de los objetivos del estudio e instrucciones para otorgar el consentimiento informado.

El modelo de negocio principal de cada empresa se identifica como B2B, B2C y B2G. El uso de tecnologías I4.0 se evalúa y categoriza en tecnologías base y frontend mediante análisis factorial. Posteriormente, se desarrollaron cuatro modelos de regresión lineal múltiple para evaluar el efecto de cada modelo de negocio principal y de las tecnologías I4.0 en el desempeño promedio de las pymes. Un cuarto modelo incluye la muestra completa.

Esta investigación contribuye a una mejor comprensión de cómo las tecnologías I4.0 afectan el rendimiento de las pymes en las economías emergentes al diferenciar claramente entre los modelos de negocio B2B, B2C y B2G (Geldes et al., 2026).

Resultados y conclusiones

Esta investigación contribuye en primer lugar, al debate teórico sobre la Perspectiva Basada en Recursos (RBV) (Barney, 1991), las Capacidades Dinámicas (Teece et al., 1997) y el marco Tecnología-Organización-Entorno (TOE) para explicar los efectos de las tecnologías I4.0 en las economías emergentes. En segundo lugar, al debate sobre la creación de políticas públicas y estrategias organizativas para la implementación de tecnologías I4.0 en pymes de países emergentes, que a menudo se encuentran rezagadas respecto a las de los países desarrollados. Finalmente, este estudio mejora la comprensión de cómo las tecnologías I4.0 influyen en el desempeño de las PYME en las economías emergentes al diferenciar explícitamente entre los modelos de negocios B2B, B2C y B2G.

Si bien investigaciones previas han considerado a las pymes como un grupo uniforme, nuestros hallazgos demuestran que el impacto de la I4.0 dista mucho de ser uniforme. Específicamente, tecnologías base como la computación en la nube, el big data y la ciberseguridad mejoran el rendimiento en los modelos B2B con un efecto de 0,493.

Las tecnologías front-end, como la IA, la robótica y la RA/RV, impulsan mejoras en las empresas B2C con un efecto de 0,327. En contextos B2G, las restricciones institucionales generalmente neutralizan las ganancias de rendimiento derivadas de la adopción tecnológica. Estos resultados aportan evidencia novedosa a la literatura al ilustrar que los modelos de negocio sirven como un factor condicionante clave en la transformación digital de las pymes. Este aspecto se ha explorado insuficientemente en estudios de economías emergentes.

Respecto a la teoría, los hallazgos amplían el RBV al mostrar que el valor de los recursos tecnológicos depende de su alineación con el modelo de negocio dominante. Además, estas tecnologías requieren integración, desarrollo y respuesta a las necesidades del mercado, lo que refuerza la necesidad de que las pymes desarrollen capacidades dinámicas, específicamente digitales. Junto con lo anterior, los resultados enriquecen el marco de la TOE al ilustrar cómo los entornos institucionales, como la contratación centralizada en B2G, pueden dificultar la traducción de la adopción tecnológica en resultados de rendimiento. Empíricamente, esta investigación aporta uno de los primeros análisis comparativos de los modelos de negocio en pymes de América Latina, respondiendo a la demanda de evidencia que considere el contexto específico más allá de las economías desarrolladas.

La novedad del estudio reside en su desagregación de las pymes por modelo de negocio y tipo de tecnología, lo que ofrece una perspectiva más matizada que los enfoques generalistas. Al vincular tecnologías específicas con distintos resultados de rendimiento en los sectores B2B, B2C y B2G, el estudio destaca la heterogeneidad de las vías de adopción y sienta las bases para debates teóricos y de políticas más diferenciados. De este modo, subraya que la transformación digital no es un proceso uniforme, sino que está condicionado por el contexto organizacional, el tipo de cliente y el entorno institucional, abriendo así vías para futuras





investigaciones comparativas entre regiones y sectores.

Implicaciones prácticas

Desde una perspectiva de gestión, el estudio ofrece recomendaciones clave para las pymes, especialmente en economías emergentes como Chile. Estas empresas deberían priorizar la inversión en tecnologías centrales de la I4.0 (p. ej., computación en la nube, big data y ciberseguridad) en lugar de tecnologías front-end. Estas tecnologías son conocidas por su fácil integración, compatibilidad con otros sistemas y potencial para generar beneficios económicos en plazos más cortos. Aumentan la rentabilidad, automatizan procesos y optimizan la gestión de datos, factores fundamentales para lograr ganancias operativas inmediatas.

Según los resultados, el tipo de modelo de negocio (B2B, B2C o B2G) determina significativamente qué tecnologías generarán mejoras en el rendimiento. Las empresas B2B deberían priorizar las tecnologías clave que mejoran la integración, la entrega y las capacidades predictivas. Por otro lado, las empresas B2C deberían considerar tecnologías front-end (p. ej., IA, RA/RV o robótica) que mejoran la experiencia del consumidor, la personalización y la interacción con la marca. Finalmente, es posible que las empresas B2G no vean beneficios directos de la I4.0 en términos de rendimiento empresarial, ya que las compras son centralizadas y transaccionales, lo que requiere menos tecnologías de cara al cliente.

Debido a que las capacidades tecnológicas y digitales moderan el efecto de la tec-

nología en el desempeño, los gerentes deben desarrollar habilidades esenciales (como gobernanza de TI, habilidades de datos y preparación para la ciberseguridad) antes de implementar tecnologías complejas o disruptivas.

Implicaciones para las políticas públicas

Para fortalecer la implementación de las tecnologías I4.0 en las PYMES y su impacto en el desempeño, se necesita una estrategia pública integral y coordinada que vaya más allá de los instrumentos tradicionales.

Los instrumentos de política pública deberían diferenciar su apoyo según el tamaño de la empresa y su modelo de negocio. La mayoría de los incentivos públicos actuales en Chile favorecen las tecnologías esencia-

les (p. ej., ERP, ciberseguridad), pero un apoyo más específico a las tecnologías front-end podría generar ventajas competitivas para las empresas orientadas al consumidor (B2C), especialmente en los mercados de consumo digital o de exportación.

Dado el bajo impacto de la I4.0 en las empresas B2G, los responsables de las políticas deberían revisar cómo los procesos

de compras, como el Mercado Público, podrían incorporar tecnologías digitales. La integración de estas herramientas mejoraría la transparencia, la trazabilidad y el desempeño de los proveedores en las licitaciones gubernamentales.

Para maximizar los beneficios de la I4.0, los gobiernos deberían financiar programas de desarrollo de habilidades digitales, espe-

cialmente en capacitación técnica, gestión del cambio y planificación de la integración. Los hallazgos respaldan la idea de que adoptar tecnología sin capacidad suficiente es insuficiente. **OE**

Referencias

- Barney, J. (1991), "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, Vol. 17 No. 1, pp. 99-120.
- Castillo-Vergara, M., Duarte Valdivia, D., Muñoz-Cisterna, V., Álvarez-Marín, A., Geldes, C., & Ortiz-Henriquez, R. E. (2025). Digital capabilities of SMEs: driving the Industry 4.0 revolution and measuring its innovative effects. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 38(1), 74-105.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., & Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 226, 107617.
- Duman, M. C., & Akdemir, B. (2021). A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance. *Technological forecasting and social change*, 167, 120615.
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International journal of production economics*, 210, 15-26.
- Gatica-Neira, F., Ramos-Maldonado, M., Ascuá, R.A., Revale, H. and Fernández, V. (2024), "Digital technologies 4.0 in small and medium-sized manufacturing industries: cases of the Central region of Argentina and the Biobío region of Chile", *Sage Open*, Vol. 14 No. 2, p. 21582440241249285.
- Geldes, C., Castillo-Vergara, M., & Ortiz-Henriquez, R. E. (2026). Industry 4.0 and SMEs performance in emerging economies: a comparative analysis of B2B, B2C and B2G business models. *Management Research: Journal of the Iberoamerican Academy of Management*, 1-22.
- Heredia, J., Castillo-Vergara, M., Geldes, C., Gamarra, F.M.C., Flores, A. and Heredia, W. (2022), "How do digital capabilities affect firm performance? The mediating role of technological capabilities in the 'new normal'", *Journal of Innovation and Knowledge*, Vol. 7 No. 2, p. 100171.
- Marinagi, C., Reklitis, P., Trivellas, P., & Sakas, D. (2023). The impact of industry 4.0 technologies on key performance indicators for a resilient supply chain 4.0. *Sustainability*, 15(6), 5185.
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R., & Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68.
- Skare, M., Gavurova, B. and Rigelsky, M. (2023), "Innovation activity and the outcomes of B2C, B2B, and B2G e-Commerce in EU countries", *Journal of Business Research*, Vol. 163, p. 113874.
- Somohano-Rodríguez, F. M., & Madrid-Guijarro, A. (2022). Do industry 4.0 technologies improve Cantabrian manufacturing smes performance? The role played by industry competition. *Technology in Society*, 70, 102019.
- Teece, D.J., Pisano, G. and Shuen, A. (1997), "Dynamic capabilities and strategic management", *Strategic Management Journal*, Vol. 18 No. 7, pp. 509-533.
- Weking, J., Stocker, M., Kowalkiewicz, M., Böhm, M., and Krcmar, H. (2018), "Archetypes for industry 4.0 business model innovations", *Proceedings of the 24th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Association for Information Systems (AIS), pp. 1-10.