**RETOS EN LA IMPLEMENTACION DEL CONCEPTO DE INDUSTRIA 4.0 DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS PROCESOS DE DIGITALIZACION**

Mg. Héctor Martín Stassi

Instituto de Administración - Facultad de Ciencias Económicas – UNC.

Av. Enrique Barros s/n, X5000HRV Córdoba

hector.martin.stassi@unc.edu.ar

Mg. Guillermo Eduardo Hoffmann

Instituto de Administración - Facultad de Ciencias Económicas – UNC.

Av. Enrique Barros s/n, X5000HRV Córdoba

guillermo.hoffmann@unc.edu.ar

**Resumen Extendido**

La Industria 4.0 representa la cuarta revolución industrial, caracterizada por la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT), la robótica, la realidad aumentada y la analítica de big data en los procesos de producción. Estas tecnologías permiten una mayor interconectividad y automatización, lo que se traduce en una producción más eficiente y personalizada (Ustundag & Cevikcan, 2018).

Como consecuencia de lo anterior se observa un avance en la digitalización y automatización de los procesos tantos productivos como los de generación y manejo de información. Los cuales constituyen aspectos que sientan las bases para un nuevo paradigma productivo, como es la industria 4.0. Donde la integración de la mecanización y la comunicación ha permitido que las máquinas (robots) se puedan comunicar entre sí y con el resto de los dispositivos utilizados por los trabajadores (Helbing, 2015).

La Industria 4.0 se puede definir como un sistema tecnológico avanzado que integra tecnologías digitales en los procesos de producción y gestión empresarial. Estas tecnologías incluyen la automatización avanzada, la conectividad de dispositivos, y el análisis de grandes volúmenes de datos para la toma de decisiones en tiempo real (Fernández Franco et al., 2022).

La Industria 4.0 no solo busca mejorar la eficiencia operativa, sino también crear nuevos modelos de negocio y formas de producción más flexibles y personalizadas (Ustundag & Cevikcan, 2018).

La digitalización, entendida como la transformación de procesos, productos y servicios a través del uso de tecnologías digitales, es un componente fundamental de la Industria 4.0.

Sin embargo, la implementación de estos avances tecnológicos en el desarrollo de nuevos modelos de negocios presenta diversas limitaciones, especialmente en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (pymes) manufactureras en países en desarrollo.

Del análisis bibliográfico realizado, se puede resumir en los siguientes puntos a los problemas o desafíos que las organizaciones deben abordar para avanzar en la implementación de la digitalización de procesos productivos y gerenciales propios de la Industria 4.0, se pueden mencionar los siguientes:

**1. Resistencia al Cambio:** Muchas empresas enfrentaron resistencia interna debido a la cultura organizacional arraigada. La transición a una mentalidad digital y a una cultura de innovación continua es un desafío significativo. (Kotter, 2012).

**2. Problemas Técnicos**: La integración de nuevos sistemas digitales con infraestructuras y sistemas legados existentes resultó compleja y costosa. Se encontraron dificultades para hacer que los sistemas antiguos y nuevos funcionaran juntos de manera fluida. Por otro lado, se puede mencionar que la falta de estándares comunes y la interoperabilidad entre diferentes tecnologías y plataformas dificultó la implementación efectiva. (Davenport & Lucker, 2015)

**3. Falta de Habilidades y Capacidades:** La escasez de personal calificado en áreas clave como la analítica de datos, la inteligencia artificial y la ciberseguridad fue un problema importante. Se plantea así la necesidad de formación continua para mantener al personal actualizado con las nuevas tecnologías y metodologías. (Balsmeier y Wessel, 2019)

**4. Cuestiones de Seguridad y Privacidad**: La digitalización de procesos industriales aumentó la superficie de ataque para ciber-amenazas. Garantizar la privacidad y la protección de los datos recopilados y procesados fue una preocupación importante, especialmente en industrias reguladas. (Chui, Manyika y Miremadi, 2016)

**5. Costos y Retorno de Inversión:** Las inversiones iniciales en infraestructura digital, hardware, software y capacitación fueron significativas. Evaluar y demostrar el retorno de la inversión en proyectos de digitalización fue un reto, ya que los beneficios a menudo se materializan a largo plazo. (Porter y Heppelmann, 2015)

**6. Gestión del Cambio**: La falta de liderazgo y compromiso desde los niveles más altos de la organización dificultó la implementación de cambios significativos. La coordinación entre diferentes departamentos y la comunicación efectiva sobre los objetivos y beneficios de la digitalización fueron áreas problemáticas. (Westerman et al., 2014)

**7. Complejidad de la Implementación**: Escalar proyectos piloto exitosos a nivel global o en toda la organización presentó desafíos logísticos y operativos. Adaptar los procesos existentes para aprovechar al máximo las nuevas tecnologías digitales requirió una reingeniería significativa, lo que resultó en interrupciones temporales y una curva de aprendizaje. (Porter y Heppelmann, 2015).

**8. Tiempos de Implementación**: Los plazos largos para implementar completamente las soluciones digitales, debido a la complejidad y la escala de los proyectos, fueron un problema recurrente. Esto afectó la rapidez con la que las empresas pudieron empezar a ver los beneficios de sus inversiones. (Brynjolfsson y McAfee, 2014)

A estos problemas, se pueden mencionar algunos relacionados al caso de Argentina (Motta et al., 2019).:

**9. Infraestructura Tecnológica**: Muchas pymes en Argentina carecen de los sistemas y equipos necesarios para integrar tecnologías avanzadas. Esta falta de infraestructura se debe en gran medida a la insuficiencia de recursos financieros y a la falta de acceso a tecnologías de última generación

**10. Inversión en I+D**: La inversión en investigación y desarrollo es crucial para la innovación tecnológica, pero muchas pymes argentinas invierten poco en este ámbito debido a restricciones presupuestarias. La falta de inversión en I+D limita la capacidad de estas empresas para desarrollar e implementar nuevas tecnologías (CEPAL, 2019).

**11. Transformación Cultural**: La digitalización no es solo una cuestión tecnológica, sino también cultural. Las pymes deben adaptar sus estructuras organizativas y procesos internos para aprovechar plenamente las tecnologías de la Industria 4.0. Esto implica un cambio en la mentalidad y la forma de trabajar.

**12. Políticas de Fomento:** Para superar estas limitaciones, es esencial el rol de las políticas públicas. Fernández Franco et al. (2022) destacan la necesidad de políticas de fomento que incentiven la inversión en tecnología y la capacitación de personal. Las políticas públicas deben enfocarse en crear un entorno favorable para la adopción de la Industria 4.0 y la digitalización, proporcionando incentivos fiscales, subsidios y programas de formación.

**13. Cooperación y Alianzas**: La cooperación entre el sector público y privado es fundamental para impulsar la digitalización. Las alianzas estratégicas pueden facilitar el acceso a tecnologías avanzadas y compartir conocimientos y recursos. La creación de consorcios y redes de colaboración puede ayudar a las pymes a superar las barreras tecnológicas y financieras (Fernández Franco et al., 2022).

En base a la identificación de las dificultades observas en la digitalización de procesos es que se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las acciones necesarias para lograr avanzar en la implementación de la digitalización de procesos para alcanzar el concepto de Industria 4.0? ¿En el caso de los países en desarrollo como Argentina, que problemática adicional existe y cuáles son las vías de solución, sus posibilidades y limites?

Como conclusión, los modelos de negocio y estrategias para alcanzar el concepto de Industria 4.0 implican una profunda integración de tecnologías digitales, una gestión efectiva del cambio y una cultura de innovación continua. Si bien se observan una gran variedad de desafíos, principalmente en el caso de las empresas de los países en desarrollo. Sin embargo, con el apoyo de políticas públicas adecuadas y la cooperación entre sectores, es posible superar estas barreras y avanzar hacia una producción más eficiente y competitiva.

Por últimos es de destacar que las empresas que adopten estos enfoques estarán mejor posicionadas para capitalizar las oportunidades de la cuarta revolución industrial y mantener su competitividad a largo plazo.

**Bibliografía**

Balsmeier, B., & Wessel, M. (2019). "Artificial Intelligence and Machine Learning in Industry: How the New Tools Can Shape Productivity and Innovation." MIT Sloan Management Review.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W.W. Norton & Company

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). Documentos de proyectos.

Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2016). "Where machines could replace humans—and where they can’t (yet)." McKinsey Quarterly.

Davenport, T., & Lucker, J. (2015). "Running on Data: Activity of Firms in the Era of Big Data." Harvard Business Review.

Fernández Franco, S., Graña, J., Rikap, C., & Robert, V. (2022). Industria 4.0 como sistema tecnológico: los desafíos de la política pública. Documento de la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo. Ministerio de Economía de Argentina.

Franco Sebastián Fernández, Graña Juan M., & Robert Verónica. (2024). Industria 4.0 como sistema tecnológico. Los desafíos de la política pública. Revista Pymes, Innovación y Desarrollo, 12(1), 32-54.

Helbing D., 2015. “The Automation of society is next”. Disponible en <http://www.researchgate.net/publication/283206311>

Kotter, J. P. (2012). Leading Change. Harvard Business Review Press.

Motta, J., Morero, H., & Ascúa, R. (2019). Industria 4.0 en mypymes manufactureras de la Argentina.

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). "How Smart, Connected Products Are Transforming Companies." Harvard Business Review.

Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). Industria 4.0 – Managing the Digital Transformation. Springer.

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. Harvard Business Review Press.