



Implicaciones de la Digitalización de Procesos Productivos en Industrias 4.0

Implications of the Digitization of Productive Processes in Industries 4.0

MSc. Adrian Sabino
ing.ectromecanico1@gmail.com
Gases de la Guajira S.A ESP – Colombia

RESUMEN

El presente artículo tuvo como objetivo analizar el impacto de la digitalización de procesos productivos en las operaciones industriales, el cual está sustentado en autores como Sommer (2015), Hermann, Pentek, y Otto (2016), Almada (2016), entre otros. El aspecto metodológico se sustentó en Hernández, Fernández y Baptistas (2016) y Arias (2012). Esta investigación fue de tipo exploratoria, con un enfoque cualitativo por lo que la recolección de datos se hizo sin medición numérica. Su objetivo fue descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación apoyado fundamentalmente en investigación documental como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios. En los resultados del análisis planteado se observa que la implementación de nuevas tecnologías y la sustitución de mano de obra por el capital es un proceso que tiene lugar en todas las industrias para reducir costos, aumentar la productividad y facilitar la provisión de soluciones individuales para los clientes, contribuyendo significativamente a la tendencia continua en la cual una estructura de índices industriales convencionales ya no corresponde a la estructura del producto interno bruto. Concluyendo que existe una nueva perspectiva estratégica de la evolución industrial que enfrenta algunos cambios fundamentales y avances tecnológicos.

Palabras clave: Digitalización, Procesos, Industrias 4.0

ABSTRAC

The present article aimed to analyze the impact of the digitization of production processes in industrial operations, which is supported by authors such as Sommer (2015), Hermann, Pentek, and Otto (2016), Almada (2016), among others. The methodological aspect was supported by Hernández, Fernández and Baptistas (2016) and Arias (2012). This research was exploratory, with a qualitative approach, so data collection was done without numerical measurement. Its objective was to discover or refine research questions in the interpretation process supported fundamentally in documentary research as a process based on the search, retrieval, analysis, criticism and interpretation of secondary data. The results of the proposed analysis show that the implementation of new technologies and the substitution of labor for capital is a process that takes place in all industries to reduce costs,



increase productivity and facilitate the provision of individual solutions for employees. customers, contributing significantly to the continuing trend in which a conventional industrial index structure no longer corresponds to the gross domestic product structure. Concluding that there is a new strategic perspective of industrial evolution that faces some fundamental changes and technological advances.

Keywords: Digitization, Processes, Industries 4.0

Introducción

Más allá del eslogan Industria 4.0, el término sintetiza lo que se considera la cuarta revolución industrial. Se trata de una transformación hacia la digitalización del sistema productivo y supone un salto cualitativo en la organización y gestión de la cadena de valor, donde las relaciones comerciales y productivas conllevan una constante conexión entre cliente, proveedor, distribuidor, logística y fabricante. Por lo cual, a Industria 4.0 va a generar nuevos modelos de negocio, nuevos productos y servicios, aumentando la productividad y generando nuevos puestos de trabajo cualificados en la industria. Ante esta transformación, las personas de todos los departamentos de la industria deberán contar con nuevas habilidades y competencias para trabajar en la Industria 4.0, esto va a exigir una cualificación y la gestión de conocimiento a las empresas.

Lo que nos permite inferir, que debe tenerse claro el objetivo: ser más competitivo, y esto puede conseguirse deslocalizando la producción y aprovechando los bajos costes laborales y de energía de países emergentes o dotando a la fuerza laboral de la empresa de la organización, el conocimiento y la tecnología para ser más competitivos. Esto último se puede conseguir digitalizando la empresa o lo que es lo mismo adoptar una estrategia Industria 4.0.

En el caso de la industria no se esperan unas consecuencias tan visibles y drásticas como en la digitalización de otros sectores como los medios de comunicación o la industria de la música, pero si una desaparición silenciosa de las empresas que no puedan competir o por coste o por la flexibilidad de adaptarse a las necesidades del mercado. Lo que está claro es que no hay que transformar nuestra empresa a una Empresa 4.0 o Digital Enterprise porque esté de moda, sino porque se tiene un objetivo claro de mejorar la competitividad de nuestra empresa o la mejora de su productividad en un área concreta.

Por lo cual. es importante destacar cuán importante es hacer un análisis de la situación actual de la empresa, estableciendo los objetivos de la empresa a 4 o 5 años y hacer un plan de digitalización, considerando, dentro del enfoque basado en la producción (Sukhodolov, 2019), que el desarrollo de la Industria 4.0 significa la modernización de la industria con la automatización a gran escala de los procesos de producción haciendo hincapié en el componente organizativo del funcionamiento de las empresas industriales.

El objetivo de este artículo es presentar una revisión documental sobre los aspectos básicos de la Industria 4.0 referidos a la digitalización de procesos



productivos, específicamente sobre los enfoques conceptuales para definir las tecnologías digitales de la Industria 4.0. Además, se abordarán aspectos relacionados con el modelo de madurez y las implicaciones de política pública para la Industria 4.0 que conllevarán a mostrar el impacto de la misma en las operaciones industriales

Objetivo

Analizar el impacto de la digitalización de procesos productivos en las operaciones industriales.

Metodología

Tomando como elementos de partida, por una parte, las políticas nacionales para la transformación de la matriz productiva de países latinoamericanos; y, por otra, las tendencias científico – tecnológicas relevantes, en el contexto de la denominada transformación digital, esta investigación es de tipo exploratoria la cual se define como aquella que se efectúa normalmente cuando el objetivo a examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes (Hernández, Fernández y Baptista, 2016).

Se aplicó el enfoque cualitativo, en donde se utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, apoyado fundamentalmente en investigación documental como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos (Arias, 2012).

Resultados

El concepto de industria 4.0, surge en Alemania en 2011, para hacer referencia a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología; contemplan la introducción de las tecnologías digitales en la industria de la fabricación caracterizada por la automatización, la digitalización de los procesos y el uso de las tecnologías de la electrónica y de la información en la manufactura (Sommer, 2015). Igualmente, por la personalización de la producción, la prestación de servicios y la creación e negocios de valor agregado. Y, por las capacidades de interacción y el intercambio de información entre humanos y máquinas.

Es importante destacar, que la Industria 4.0 está sustentada en el desarrollo de sistemas, el internet de las cosas (IoT) y el internet de la gente y de los servicios, aunado a otras tecnologías como la fabricación aditiva, la impresión3D, la ingeniería inversa, el big data y la analítica, la inteligencia artificial, entre otras, las que al trabajar de forma conjunta, están generado cambios trascendentales no sólo en la industria de la manufactura sino también en el comportamiento del consumidor y en



la manera de hacer negocios. Y, al mismo tiempo, favorecen la construcción de capacidad es que permiten a las empresas adaptarse a los cambios del mercado (Lasi, Fettke, Feld, and Hoffmann, 2014).

La conceptualización que existe sobre industria 4.0 es reciente, sin embargo, ha sido definida como una maquinaria física y dispositivos con sensores y software que trabajan en red y permiten predecir, controlar y planear mejor los negocios y los resultados organizacionales. También, como un término asociado con las tecnologías y los conceptos de la cadena de valor de la organización (Hermann, Pentek, y Otto, B., 2016)., el cual describe una producción orientada a los sistemas ciberfísicos (CPS); sistemas con capacidades físicas y de cómputo que pueden interactuar con humanos, que integran las instalaciones de producción, los sistemas de almacenamiento y logística, así como el establecimiento de redes de trabajo para la creación de valor. La industria 4.0 representa un enfoque a la innovación de nuevos productos y procesos, a través de fábricas inteligentes, totalmente integradas en redes de trabajo (a lo largo de la cadena de valor) que propician nuevas formas de colaboración e infraestructuras sociales. No obstante que está todavía en proceso de desarrollo, sus bondades permiten anticipar grandes cambios, ya que se le asocia con la digitalización de los sistemas de información y producción para las de las máquinas y líneas de producción; con el intercambio de información para el monitoreo y control de los procesos y la toma de decisiones en tiempo real, por mencionar algunos (Almada, 2016).

Ahora bien, al caracterizar los procesos que distinguen a la Industria 4.0 de la producción industrial tradicional se definen, la integración absoluta (interconexión estrecha) y la interactividad (adaptación a la situación en tiempo real) de todos los procesos de producción de una empresa industrial, aseguradas por medio de tecnologías digitales modernas (Sukhodolov, 2019). Las cuatro principales características específicas de la Industria 4.0 son: (1) Integración vertical de sistemas de producción inteligentes viendo a la industria como un núcleo y no funcionando de manera independiente; (2) Integración horizontal a través de redes globales de cadenas de valor facilitando el mantenimiento de las redes que crean y agregando valor; (3) Ingeniería completa en toda la cadena de valor que implica una ingeniería directa donde el ciclo de vida del producto se evalúa desde la producción hasta la entrega al consumidor final; y (4) Aceleración de la fabricación que implica operaciones comerciales directas con el uso de tecnología (Gilchrist, 2016).

Lo anteriormente descrito, nos permite definir uno de los primeros obstáculos que enfrentan las empresas que se acercan a la digitalización relacionado a la comprensión del nivel de madurez, generalmente definido como el estado en el que están listas para la transformación digital. El objetivo de los modelos de madurez es proporcionar medios para evaluar la madurez actual de una empresa para implementar aspectos de la Industria 4.0 e identificar medidas concretas para ayudarlas a alcanzar una etapa de madurez más alta que les permita maximizar sus beneficios (Wiesner et al., 2018).

En este orden de ideas, el modelo incluye tres fases distintas: una fase inicial para crear una comprensión completa del concepto de Industria 4.0; una fase de desarrollo para diseñar y definir la estructura del modelo y para establecer una herramienta práctica aplicable; y una fase de implementación para validar la



herramienta en una aplicación de la vida real. El modelo de madurez toma como entradas la situación actual y la estrategia corporativa de la empresa con el fin de proporcionar como resultado una hoja de ruta para la transformación digital (Wiesner et al., 2018).

Es importante destacar, que a nivel mundial se prevé un gran número de empresas que presenten en 2021 un elevado grado de digitalización por lo cual puede deducirse una acogida favorable a la digitalización, así como una notable percepción sobre su importancia y sobre la necesidad de movilizarse a fin de seguir en línea y no quedarse atrás. Es importante “no dejarse asustar por la cuarta revolución industrial. (...) Hay que adelantarse una vez más al cambio y quitar el miedo” (Vadillo, 2016). El nivel de dirección de las empresas debe apoyarse en la digitalización e industria 4.0, estableciendo estrategias de colaboración y estandarizando los procesos. Por consiguiente, puede observarse que las tecnologías de Industria 4.0 presentan numerosas combinaciones y áreas sobre las que traer beneficios, facilitando mayor colaboración y volúmenes de información útil, generando unos mejores resultados.

En este mismo orden de ideas, como se ha introducido, se trata del cuarto y actualmente último escalón en la revolución llevada a cabo por la industria. Haciendo acopio de las herramientas que esta transformación digital ofrece, las empresas serán capaces de dar respuesta a las nuevas necesidades y barreras que aparecen en sus procesos productivos referidos a un limitado número de recursos y de la necesidad de incrementar la eficiencia en el uso de los mismos. Así mismo, debe maximizarse la eficiencia de los procesos en general, logrando así una mayor competitividad, por lo cual, se busca dar respuesta a estas búsquedas de soluciones en términos de eficacia, presentes en todos los sectores.

En segundo lugar, mediante la digitalización las empresas son capaces de gestionar un mayor flujo de información, no solo captando los datos, sino interrelacionándolos y empleándolos para la creación de información útil. Mediante este mayor input y posterior empleo de los mismos en forma de información es posible un respaldo mayor en la toma de decisiones, aumentando la velocidad y el peso cuantitativo de las mismas. Del mismo modo se permite una mejor definición de las tareas y los requerimientos necesarios de las mismas, tanto funcionales, como no funcionales. De hecho, a pesar del análisis centrado en el ámbito de la industria, este empleo de la digitalización en la toma de decisiones es aplicable al total de empresas.

En definitiva, mediante investigación operativa se toman los mejores juicios basados en toda la información que se tiene y las variables existentes. De este modo se adquiere una visión holística de la empresa sobre la que optimizar de un modo integro la toma de decisiones y los procesos. Como posteriormente se profundizará, Industria 4.0 y su contribución a las compañías no es un tema de TI (Tecnologías de la información) y el simple hecho del uso de ordenadores para almacenar, analizar y manipular datos; sino que se trata de un tema de negocio que abarca a toda la organización. La consecución de los objetivos de las empresas y la correcta definición de los requerimientos funcionales necesarios, definidos en la estrategia a seguir por las mismas, ha de apoyarse ahora en dicha transformación y las nuevas herramientas que ésta brinda.



Lo que se desprende del análisis planteado es que la implementación de nuevas tecnologías y la sustitución de mano de obra por el capital es un proceso que tiene lugar en todas las industrias para reducir costos, aumentar la productividad y facilitar la provisión de soluciones individuales para los clientes. La mayoría de los estudios se refieren a las industrias manufactureras, aunque la iniciativa de Industria 4.0 es relevante en todos los sectores. Las implicaciones de política pública para la Industria 4.0 incluyen: entorno laboral, desarrollo de habilidades, crecimiento económico y equilibrio macroeconómico, sostenibilidad y medio ambiente, estabilidad política, cambio en los procesos comerciales, digitalización y transformación digital, y fábrica y fabricación inteligente.

En este análisis, los aspectos del entorno laboral y el desarrollo de habilidades están globalmente bien descritos y monitoreados. Muchos estudios enfatizan la creciente necesidad de operadores de fábrica inteligentes y el proceso educativo requerido para su capacitación. Aunque no siempre fue la principal contribución, por lo general fue al menos uno de los requisitos previos más importantes para una introducción exitosa de la fabricación inteligente, la implementación de un nuevo proceso comercial u otra adopción de la Industria 4.0. En el estado actual de las cosas, los trabajadores jóvenes no están preparados ni conscientes de la próxima tendencia en la que probablemente vivirán y trabajarán. Por lo tanto, para abordar este problema, Petrillo, Felice, Cioffi, & Zomparelli (2018) enfatizan la necesidad de crear "sistemas detrás de la fábrica del futuro" y promover pasantías.

Otra cuestión problemática está relacionada con los trabajadores que ya están empleados. En general, se espera que haya una situación potencialmente volátil cuando los trabajadores repetitivos o de trabajo de rutina se enfrenten a un desafío para retener sus trabajos. Petrillo et al. (2018) ven la solución en la capacitación continua; sin embargo, como lo señala Sung (2018), la capacitación o incluso un nuevo sistema educativo no resuelve el problema para los trabajadores mayores. Por lo tanto, se define esta área de investigación como importante, enfatizada repetidamente, pero sin una metodología clara sobre cómo resolver el problema. Muchos documentos incluyen sugerencias para herramientas específicas, pero no incluyen un marco de referencia; o, en el mejor de los casos, proporcionan observaciones generales sobre las etapas para tratar el problema, pero no las elaboran en detalle. Parece que hay mucho espacio para una mayor investigación en este ámbito. Sin embargo, debido a la rápida evolución del área, podría no estar completamente claro qué incluir en los nuevos sistemas educativos, excepto el desarrollo de habilidades multidisciplinarias y de TIC en general. Es muy probable que los estudiantes de hoy trabajen en una rama industrial o de servicios que aún no existía o que no existía cuando comenzaron a asistir a la escuela (Maresova et al., 2018)

Una gran parte de la discusión se centra también en el problema de la adopción de tecnología inteligente, la fabricación inteligente, la digitalización y la transformación digital de procesos industriales. Uno de los principales beneficios reconocidos es la capacidad de adaptarse más rápido al entorno que cambia rápidamente. Hirsch-Kreinsen (2016) ve a los adoptantes más prometedores de Industria 4.0 en las firmas de mediana escala fuertes de ingeniería mecánica o logísticas intensivas en tecnología con el personal calificado y las capacidades



necesarias. Esto se debe a que los productores a gran escala ya han progresado mucho en tecnologías y organización de producción altamente automatizadas, particularmente en los sectores automotriz y electrotécnico. Dichas compañías podrían ser también cautelosas en la implementación de fabricación inteligente debido a cierto escepticismo sobre la eficiencia prometida por los sistemas inteligentes.

Con respecto a las posibles consecuencias futuras en el área de la economía o de la manufactura, la Industria 4.0 puede contribuir significativamente a la tendencia continua en la cual una estructura de índices industriales convencionales ya no corresponde a la estructura del PIB, lo que sugiere que el mercado de valores ya no refleja la economía (Chovancova, Dorocakova, & Malacka, 2018). Según Kireeva & Tsoi (2018), la Industria 4.0 es un factor de crecimiento, ya sea por la adopción de tecnologías de fabricación por parte de las empresas existentes o por la formación de nuevas en la industria de TIC. Los hallazgos del autor, sugieren que la transformación digital de la industria probablemente vaya acompañada de transformaciones sociales. Estas transformaciones sociales se reflejarán en el mercado laboral, donde el cambio de las necesidades del mercado generará cambios en los sistemas educativos, que es un aspecto muy citado de la Industria 4.0. Los cálculos realizados hasta ahora sobre la desaparición y la creación de empleos varían con respecto a la metodología utilizada (Hedvicakova, 2018). Osborne & Strokosch (2013) examinan qué tan susceptibles son los trabajos a la informatización.

A su vez, debe agruparse resultados referentes al impacto de la Industria 4.0, destacando la posición rezagada de países latinoamericanos frente a la media mundial. Actualmente solo un 8% de las empresas se encuentran en un estado avanzado de digitalización. Dicha cifra aumenta hasta el 33% actualmente para la media global. Así mismo, los crecimientos proyectados son también menores en estos países que en la media, doblándose aproximadamente el número de empresas avanzadas digitalmente con vistas al 2021 en ambos casos. Se prevé un aumento de en torno al 12% de empresas latinoamericanas en nivel de digitalización avanzado, frente a un crecimiento del 39% para la media mundial.

Por otro lado, profundizando dentro de las distintas áreas objeto de digitalización, en Latinoamérica destaca una preocupación especial hacia las cadenas de valor industriales, consideradas una de las llaves de la digitalización y un punto donde obtener beneficios. Dichos beneficios llevan implícitas unas necesarias inversiones para materializarlos. Es por tanto importante comparar dichas ganancias adicionales con los esfuerzos necesarios para ello y el tiempo en que se espera recuperar la inversión realizada en I4.0.

Las mayores preocupaciones de cara a llevar a cabo la digitalización se encuentran en temas relacionados con las personas más que las tecnologías. El 72% de las compañías presentan una ausencia de formación y cultura digital interna, y por tanto, las medidas necesarias para entrenar y capacitar a los empleados en términos de digitalización. Así mismo, la ciberseguridad se muestra como un requisito indispensable. En ningún caso se percibe como un impedimento que imposibilite su uso, sino una barrera necesaria de superar y a la que hacer frente para el empleo fiable y sin riesgos. Del mismo modo que se espera que la



gestión de la información pase a ser una base de los procesos, la seguridad de los mismos ha de acompañarle.

Con respecto a la analítica de datos, destaca la transición del uso de la misma durante los próximos años. Actualmente los esfuerzos se encuentran más orientados hacia un conocimiento interno de la empresa, empleando tecnologías 4.0 con la finalidad de mejorar la planificación y calidad de los procesos, operaciones y productos; así como la optimización de los costes y mejora de eficiencia de la logística y el transporte. Las proyecciones para dentro de 5 años indican una transición, mirando ahora hacia afuera de la empresa. Los mayores cambios y esfuerzos se desarrollan en aumentar la comunicación y conectividad con el exterior, haciendo más participe al cliente en las actividades de las empresas.

Conclusiones

En primer lugar, al día de hoy se observa una preocupación real hacia la digitalización de las empresas. Se trata de un tema de interés para la industria y las empresas se encuentran ya volcando esfuerzos en ello. La industrialización 4.0 toma por tanto un papel fundamental, ya que a través de ella se va a poder alcanzar una mayor productividad.

Se ha visto que el movimiento hacia la Industria 4.0 ha presentado conceptos nuevos y ha reconvertido otros igualmente relevantes. Esto arroja luces sobre una nueva perspectiva estratégica de la evolución industrial que enfrenta algunos cambios fundamentales y avances tecnológicos. Sin embargo, el número relativamente reducido de estrategias evidenciadas para el caso de América Latina es una limitación de este trabajo. Esta carencia de información hace que un juicio genérico sea difícil de proponer en un contexto subcontinental y nacional donde aún no han comenzado la convergencia hacia la Industria 4.0. Una atención más exhaustiva de los casos de convergencia a la Industria 4.0 en los países del hemisferio sur, aún no evidenciados oficialmente, podría enriquecer este análisis.

A pesar de estas limitaciones, este análisis aporta a la consolidación de todo el concepto detrás de la Industria 4.0 relacionado a la digitalización de sus procesos, particularmente en términos de adopción de nuevas tecnologías de fabricación. Además, este análisis provee una visión general de las tendencias de la Industria 4.0 para identificar y seguir sus principales estrategias de adopción. Estudios posteriores deberían abordar una muestra más amplia de casos evidenciados y considerar el impacto de la implementación de nuevas tecnologías en cada uno de los sectores de la economía.

Referencias Bibliográficas

Almada, L. (2016). Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management, JIM* 3(4) 16-21.

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. Caracas. Editorial Episteme.



- Chovancova, B., Dorocakova, M. & Malacka, V. (2018). Changes in industrial structure of GDP and stock indices also with regard to the Industry 4.0. *Business and Economic Horizons (BEH)*, 4, 402-414.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. Bangkok, Nonthaburi, Thailand: Apress.
- Hedvicakova, M. (2018). Unemployment and effects of the first work experience of university graduates on their idea of a job. *Applied Economics*, 50(31), 3357-3363.
- Hermann, M., Pentek, T. y Otto, B. (2016). Design principles for Industrie4.0 escenarios 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE, 3928-3937.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2016). *Metodología de la Investigación*. México: Mc.Graw Hill/ Interamerica Editores, S.A. de C.V.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. *Journal for Labour Market Research*, 49(1), 1-14.
- Kireeva, A. A. & Tsoi, A. A. (2018). Mechanisms for Forming IT-clusters as "Growth Poles" in Regions of Kazakhstan on the Way to "Industry 4.0". *Ekonomicheskie i Sotsialnye Peremeny*, (56), 212-224A.
- Lasi, H., Fettke, P., Feld, T; and Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6 (4), 239-242.
- Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A. & Krejcar, O. (2018). Consequences of Industry 4.0. *Business and economics. Economies*, 6(3), 46.
- Sommer, L. (2015). Industrial revolution—Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8, 1512-1532. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/288871974_Industrial_revolution_-_Industry_40_Are_German_manufacturing_SMEs_the_first_victims_of_this_revolution
- Sukhodolov, Y. A. (2019). *The Notion, essence and peculiarities of Industry 4.0 as a sphere of industry*. In: Popkova, E. G. et al. (2019). *Industry 4.0: industrial revolution of the 21st century*. Warsaw, Poland: Springer.



- Osborne, S. P. & Strokosch, K. (2013). It takes Two to Tango? Understanding the Coproduction of Public Services by Integrating the Services Management and Public Administration Perspectives. *British Journal of Management*, 24, S31-S47.
- Petrillo, A., Felice, F. D., Cioffi, R. & Zomparelli, F. (2018). Fourth industrial revolution: Current practices, challenges, and opportunities. *Digital Transformation in Smart Manufacturing*, 1-20.
- Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 40-45.
- Wiesner, S., Gaiardelli, P., Gritti, N. & Oberti, G. (2018). Maturity Models for Digitalization in Manufacturing - Applicability for SMEs. In: Moon, I., Lee, G. M., Park, J., Kiritsis, D. and von Cieminski, G. (Ed.) (2018). *Advances in Production Management Systems: Smart Manufacturing for Industry 4.0*, Frankfurt: Springer: pages 81 – 88.
- Vadillo, J. (2016). La revolución digital requiere un nuevo modelo de formación. *Cinco Días*, 1, 8-9. Recuperado de: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/03/10/empresas/1457600481_907529.html