

Estado actual y evolución de la industria nacional hacia la industria 4.0.

Salimbeni S., Bianchi S.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación consiste en evaluar las posibles mejoras en la rentabilidad de las empresas debido a la migración hacia la Industria 4.0, las nuevas modalidades de trabajo, el tipo de capacidades que los empleados deberán poseer, los conocimientos y habilidades de los ingenieros en la actualidad, identificando qué tipo de capacitación profesional sería necesaria para el personal que trabaja en la Industria 4.0 y qué tipo de infraestructura debería mejorarse. El valor de este proyecto de investigación radica en ampliar el conocimiento de los déficits actuales en factores humanos, organizacionales y de infraestructura tecnológica de la industria argentina. Se pretende identificar los principales factores de la Industria 4.0 y cómo éstos afectarán a las empresas industriales argentinas, su rentabilidad, modalidad de trabajo y estructura organizacional. La contribución científica producirá un marco de referencia para el diseño de los procesos de cambio de las empresas industriales actuales hacia la Industria 4.0. La contribución a la industria argentina es la producción de una guía con sugerencias para las empresas sobre cómo lograr exitosamente este cambio.

ABSTRACT

The present project research "Current state and key factors for the evolution of the national industry towards the industry 4.0", consists in evaluating the possible improvements in the profitability of industrial companies due to the migration towards Industry 4.0, the new ways of work, kind of skills that employees should have, the knowledge and skills of engineers today, identifying what kind of professional training would be necessary for the personnel working in Industry 4.0 and what type of infrastructure should be improved. The value of this project research lies in broaden the knowledge of the current deficits in human, organizational and technological infrastructure factors of the Argentine industry. The aim is to identify the main factors of Industry 4.0 and how these will affect Argentine industrial companies, their profitability, work modality and organizational structure. The scientific contribution will produce a frame for the design of the change processes from the current industrial companies towards Industry 4.0. The contribution to the Argentine industry is the production of a guide with suggestions for companies on how to successfully achieve this change.

PALABRAS CLAVE

Administración de la Producción, Industria 4.0, Fábricas Inteligentes, Internet de las cosas, Cuarta Revolución Industrial.

KEY WORDS

Production Management, Industry 4.0, Smart Factory, Internet of Things, Fourth Industrial Revolution.

COLABORADORES

Franqueiro, María Luz; Bonacina, Matías; Caso, Joaquín; Galarza, Joaquín; Varela Inglese, Vanina.

INTRODUCCIÓN

"Estado actual y factores clave para la evolución de la industria nacional hacia la industria 4.0" es un proyecto de dos fases: la primera, cualitativa exploratoria y la segunda cuantitativa; finalizada la fase 1, se está en condiciones de presentar resultados.

El fenómeno de la Industria 4.0 se mencionó por primera vez en 2011, en Alemania, como una propuesta para el desarrollo de un nuevo concepto de política económica alemana basada en estrategias de alta tecnología [1] (Roblek, 2016).

La Industria 4.0 está introduciendo nuevas tecnologías, las cuales están cambiando el rol de los empleados y el trabajo que realizan, permitiendo interacciones entre los diferentes elementos de la empresa industrial, desde las necesidades de los clientes hasta la entrega de productos terminados. [2] Kadir (2017) afirma que la introducción de estas nuevas tecnologías y la integración de otros habilitadores de la Industria 4.0 tendrán un importante impacto sociotécnico.

Las grandes empresas están sustancialmente más avanzadas en la integración de sus plantas de producción en sistemas de TI (Tecnologías de Información) de más alto nivel que las medianas, y estas últimas, están mucho más avanzadas que las pequeñas [3] (Schröder, 2017).

Nuestras hipótesis de trabajo son: (H1) La migración hacia la Industria 4.0 en las empresas argentinas sería muy costosa en un inicio, fundamentalmente en las pymes, por lo que se prevé solo para casos muy puntuales, al menos en el próximo lustro. (H2) Se requiere una fuerte inversión en recursos humanos y un cambio en la modalidad del trabajo en la industria. (H3) Los obstáculos hoy en día son: la falta de personal calificado y la carencia de infraestructura interna para poner estas tecnologías en funcionamiento y (H4) más de la mitad de los ejecutivos creen que la capacitación adicional y la formación continua son las medidas más adecuadas para gestionar este cambio.

A la fecha de la presentación del presente artículo (mayo de 2019) se ha finalizado la fase 1: revisión bibliográfica, marco teórico y estudio cualitativo. Conclusiones preliminares indican las condiciones mínimas necesarias para encarar cualquier tipo de modernización se basan en: (1) la observación de un espacio amplio para la mejora de la rentabilidad de las industrias pyme en la Argentina; (2) la necesidad de capacitación y formación en las técnicas digitales y tecnologías de la información en general; (3) la capacitación continua es mandatoria y (4) la infraestructura de las tecnologías de la información, computadoras y conexiones inalámbricas en planta para la interconexión de dispositivos, son la base mínima necesaria para encarar cualquier otro tipo de modernización.

OBJETIVOS

Objetivo General:

El presente estudio busca examinar la conciencia, la preparación y la capacidad de las empresas y sus colaboradores para encarar la migración hacia la Industria 4.0, así como las mejoras plausibles en la rentabilidad de las mismas.

Objetivos Específicos:

- Cualificar las mejoras en la rentabilidad de las empresas con la migración a la Industria 4.0.
- Definir las nuevas modalidades de trabajo y qué tipo de competencias serían necesarias en los nuevos ingenieros y personal calificado.
- Identificar qué tipo de formación profesional sería necesaria para el personal de la Industria 4.0.
- Determinar qué tipo de infraestructura, fundamentalmente tecnológica, debería ser mejorada.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada se basa en un enfoque: cuali-cuantitativo y desde la perspectiva de la ingeniería industrial.

El alcance de la investigación es exploratoria y descriptiva, con observación participante y cuestionario estructurado; presencia en los propios escenarios donde transcurre la observación, interactuando con las personas que las vivencian día a día.

Respecto del Diseño, es no experimental, transaccional y de tipo exploratorio.

Metodología para el marco teórico: fichas de lectura, método de mapeo, mapa conceptual.

La evaluación, recolección y análisis de datos se realiza conforme las siguientes preguntas de investigación (Q) e hipótesis (H):

Q1. ¿En qué medida podría mejorar la rentabilidad de la empresa argentina con la migración hacia el modelo de Industria 4.0?

Q2. ¿Cuáles serían las nuevas modalidades de trabajo y qué tipo de competencias serían necesarias en los nuevos ingenieros y personal calificado?

Q3. ¿Qué tipo de infraestructura debería ser mejorada?

Q4. La formación continua ¿ayudaría al cambio?

H1. La migración hacia la Industria 4.0 en las empresas argentinas sería costosa en un inicio, por lo que se prevé solo para casos puntuales al menos en el próximo período 2020-2025.

H2. Se requiere una fuerte inversión en recursos humanos y un cambio en la modalidad del trabajo en la industria. Las capacidades transversales serán mandatorias.

H3. Los mayores obstáculos hoy en día son: (1) la falta de personal calificado y (2) la carencia de infraestructura para poner estas tecnologías en funcionamiento.

H4. Más de la mitad de los ejecutivos creen que la capacitación adicional y la formación continua son las medidas más adecuadas para gestionar este cambio.

Trabajo en campo

Unidades de análisis y respuesta

Para la etapa cualitativa: como unidad de respuesta y de análisis se toman 10 empresas industriales, siendo 50% de ellas pymes.

Para la etapa cuantitativa: se toma como unidad de análisis a empresas industriales, 50% pyme, ubicadas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Gran Buenos Aires. Unidad de respuesta supervisores y gerentes de planta, producción, logística y administración.

Técnicas

Técnicas de recolección de datos

Etapa cualitativa: entrevistas en profundidad. Las entrevistas en profundidad son un aporte para el aprendizaje del investigador sobre circunstancias que éste no puede observar directamente, por ello sus interlocutores en estas conversaciones son verdaderos, colaborando no solamente con el aporte de sus puntos de vista sino con el conocimiento sobre “lo que sucede y el, modo en que otras personas lo perciben” [4] (Taylor & Bogdan, 1987, p.103).

Etapa cuantitativa: encuesta. Este tipo de entrevista estandarizada se lleva a cabo por medio de un cuestionario estructurado lo que permite comparar distintas respuestas ante la misma pregunta y cuantificar cada uno de los resultados obtenidos [5] (García Ferrando, 1996, p.178). Por medio de esta técnica se procura verificar las hipótesis H.1, H.2, H.3 y H.4.

Muestras

Etapa cualitativa: se recurre a la estrategia del muestreo teórico para seleccionar las industrias y personas a entrevistar [6] (Glaser & Strauss, 1967). Desde esta perspectiva el

número de casos estudiados carece de importancia como lo subrayan [4] (Taylor y Bogdan, 1987). Según [7] (Valles, 2002, p.72), “La clave está en el criterio maestro de la heterogeneidad y en el carácter flexible, iterativo, continuo del muestreo cualitativo”.

Etapa cuantitativa: la encuesta se administra a un grupo de industrias / personas denominado la muestra, con la pretensión de identificar tendencias en actitudes, opiniones, comportamientos o características de un grupo más grande de individuos denominados la población [8] (Creswell, 2012, p.22).

Para la obtención de los contactos se sigue la siguiente secuencia: (1) Se envía la encuesta a 100 contactos de 100 industrias diferentes. (2) Se espera obtener finalmente al menos 50 casos que respondan en forma completa y válida la encuesta (n=50).

Técnicas de procesamiento y análisis

Etapa cualitativa. El análisis sigue el enfoque de [8] (Creswell, 2009).

Etapa cuantitativa. La plataforma “e-encuesta” se utilizará para la realización de las encuestas web generando una matriz de datos de las respuestas. La misma se convierte para su posterior procesamiento con hoja de cálculo.

Planificación y ejecución de la investigación

Recursos. El diseño metodológico, la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, la realización del trabajo de campo, el procesamiento y el análisis están a cargo del equipo de investigación. Se cuenta con la colaboración de alumnos practicantes para lograr acceder a un número mayor de encuestas.

Lugar de realización de la investigación: Las entrevistas en profundidad y las encuestas web se dirigen a empresas industriales pequeñas, medianas y grandes (en cantidades proporcionales) localizadas en el área metropolitana de Buenos Aires.

Fechas del trabajo: Marco teórico y etapa cualitativa, fase 1: agosto de 2018 a julio de 2019. Etapa cuantitativa: agosto 2019 a diciembre de 2019.

MARCO TEORICO

Industria 4.0 es una denominación ya conocida por muchas de las industrias argentinas, más aún en medianas y grandes empresas; esto era prácticamente desconocido en nuestro país hace tan solo un lustro; como parámetro se puede mencionar que en 2015, en Alemania, cuna de la Industria 4.0, tan solo un tercio de la industria conocía el concepto Industria 4.0 [9] (Sommer, 2015).

Las pymes sufren los impactos de la actualidad económica, fundamentalmente por factores externos a ellas, pero existen una cantidad de variables internas que no colaboran para mitigar los agentes externos negativos, sino que por el contrario

generalmente agravan el cuadro general de situación. La adopción de nuevas tecnologías puede convertirse, a veces, en un factor que origine nuevos problemas en lugar de resolverlos. La inadecuada infraestructura de la empresa y las competencias del personal que deban llevarla a cabo podrían ser también la causa raíz de este efecto.

...por regla general, existe una conciencia sobre la relevancia del tema. La disposición y la capacidad para enfrentar este desafío existen en partes, sin embargo, dependen fuertemente del tamaño de la empresa. Cuanto más pequeñas son las pymes, mayor es el riesgo de que se conviertan en víctimas en lugar de beneficiarias de esta revolución [9] (Sommer, 2015, p.1514).

El hecho de que las máquinas comiencen a comunicarse entre sí, prescindiendo en parte de la intervención humana, genera en la mayoría de los casos mejoras en la productividad, pero demanda una mejor preparación en la estructura organizacional y en las competencias de las personas.

“..., los objetos inteligentes se comunican. Se crea una Internet de objetos y servicios. El mundo físico y el mundo virtual se funden en sistemas ciberfísicos” [9] (Sommer, 2015).

Según los autores [10] (Schlechtendahl, Keinert, Kretschmer, Lechler, & Verl, 2015) los tres pilares de la Industria 4.0 son: (1) la digitalización de la producción, (2) la automatización y (3) el intercambio automático de datos.

Este tipo de automatización generalizada produce incertidumbre en los empleados de la empresa, pensando en la desocupación que podría producir. Existe la preocupación de que el efecto redundante de la Industria 4.0 predominará en el largo plazo, lo que llevará a lo que se conoce como desempleo tecnológico [11] (Hungerland et al., 2015).

Estudios actuales, fundamentalmente en Alemania, comprueban la mejora en la productividad en las empresas gracias a su digitalización y automatización: "Durante los próximos cinco a diez años, la industria 4.0 será adoptada por más compañías, lo que aumentará la productividad en todos los sectores manufactureros alemanes [12] (Rüßmann, 2015).

Una de las respuestas que se está buscando en este proyecto es si ello es aplicable a la industria argentina.

Existen dudas fundamentadas, sobre la posibilidad de la incorporación de nuevas tecnologías, principalmente en las pymes, debido a los nuevos conocimientos y habilidades que los operarios y empleados en general deberían tener y los conocimientos transversales que los profesionales deberán afrontar. [12] (Rüßmann 2015), asevera que se requerirán diferentes habilidades y que la tendencia hacia una mayor automatización desplazará a algunos de los trabajadores, a menudo poco calificados, que realizan tareas simples y repetitivas. Al mismo tiempo, el uso creciente de software, conectividad y análisis aumentará la demanda de empleados con competencias en desarrollo de software y tecnologías de TI, como expertos en mecatrónica con habilidades de software.

Si bien se podrían encarar programas de capacitación y reconversión en la industria, la formación integral temprana es lo más indicado, lo cual exigirá, entre otros aspectos, la reformulación de los programas de educación desde el nivel inicial.

Los productores deben establecer prioridades y actualizar la fuerza laboral. Los proveedores deben aprovechar las tecnologías. La infraestructura y la educación deben adaptarse... Adaptar los programas escolares, la capacitación y los programas universitarios, y fortalecer los enfoques empresariales para aumentar las habilidades relacionadas con la TI y las capacidades de innovación de la fuerza laboral... [12] (Rüßmann, 2015, p.5).

La inversión en capacitación y formación por parte de la empresa sería rentable, permitiría cambiar el modelo de negocio e ingresar en la economía de la innovación. [13] (Enke, 2018), asegura que la necesidad de ajustar los planes de estudio existentes surge de los nuevos desafíos que enfrentan las empresas en un entorno industrial cambiante.

[14] (Nanry, Narayanan y Rassey, 2015), opinan que dado que cada objeto puede estar conectado en red, siempre debe haber consciencia en las empresas de la necesidad de cambiar la forma de pensar y de encontrar diferentes modelos de negocios que se diseñarán en función de Internet y la conectividad. De esta manera, la economía de la innovación será responsable de cambiar la forma de crear valor agregado en las organizaciones.

La digitalización de las empresas es el inicio de la evolución organizacional, es el resultado principal de la introducción a los sistemas digitales. La utilización de herramientas de trabajo digitales, herramientas colaborativas e información virtual, cambiará profundamente el perfil de trabajo y los requisitos de los empleados [15] (Ludwig, 2018). El autor recomienda también que los temas a ser discutidos en los próximos años en referencia al campo de la industria 4.0 son: (1) integración de la gestión del conocimiento y la formación en el trabajo, (2) establecimiento y apoyo de comunidades de aprendizaje intra e interempresariales, (3) la expansión de las posibilidades de calificación dentro y fuera de la empresa a través de ofertas relevantes y (4) procesos para controlar y adaptar las necesidades de capacitación adicional y las medidas respectivas y la posibilidad de planear carreras de aprendizaje.

Se precisan nuevos enfoques de aprendizaje para: (1) permitir la formación en entornos de fabricación realistas, (2) modernizar el proceso de aprendizaje y acercarlo a la práctica industrial, (3) aprovechar la práctica industrial mediante la adopción de nuevos conocimientos y tecnologías de fabricación, y (4) aumentar la innovación en la fabricación al mejorar las capacidades de los ingenieros jóvenes, por ejemplo, capacidad de resolución de problemas, creatividad y pensamiento sistémico. La innovación basada en el talento se identifica como el conductor número uno para la competitividad de la fabricación [16] (Abele, 2017). La colaboración entre el mundo académico y la industria es crucial. Producir conocimiento a través de la investigación, difundir el conocimiento a través de la educación, así como usar y aplicar el conocimiento a través de la innovación (el "triángulo del conocimiento") es el enfoque apropiado.

Actualmente, en la Argentina, la industria comienza a hacer uso, en forma incipiente, de aplicaciones en “la nube” e Internet de las Cosas (IoT), este último como una nueva evolución de los sistemas automáticos. Dichas adopciones son mucho más lentas en las pymes, cuestión que sucede en diversos países y no solo en la Argentina. En Francia, por ejemplo: ...nuestros resultados muestran que las pymes no explotan todos los recursos para implementar Industria 4.0 y que a menudo se limitan a la adopción del Cloud Computing e IoT. Del mismo modo, las pymes parecen haber adoptado conceptos de Industria 4.0 solo para monitorear procesos industriales y todavía faltan aplicaciones reales en el campo de la planificación de la producción [17] (Moeuf, 2017).

La Dra. Schaper-Rinkel, [18] (Secretaria de Planeamiento y Políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación Argentina, 2015), afirma que la creciente y veloz interacción entre los mundos reales y virtuales ha dado lugar a lo que se denomina IoT. En sí misma implica la combinación de conceptos desarrollados en los últimos 20 años, tales como Manufactura Integrada por Computadora (CIM), Smart Manufacturing, Big Data, robótica colaborativa, Web 2.0, entre otros.

No solo los procesos industriales se transforman, sino que los procesos del negocio que dan apoyo a todo el proceso de fabricación. La Gestión de Procesos de Negocios (BPM) como soporte para Industria 4.0 y el E-Commerce serán clave en la nueva revolución industrial, teniendo un fuerte impacto en la relación entre BPM y el comercio electrónico [19] (Hitpass, 2019). El autor asegura que, a diferencia de nuestra era actual, donde los procesos automatizados ya proporcionan información operativa en tiempo real, el nuevo ciclo industrial se caracterizará por una mayor autonomía en la gestión de la cadena de valor, mayor inteligencia en las actividades, mayor integración de los agentes externos que interactúan en la cadena de valor, mejor integración con todos los servicios de pago y transacciones comerciales, y transparencia desde la trazabilidad y seguimiento en sistemas productivos y logísticos. La cuarta revolución industrial, Industria 4.0, no solo impacta en la cadena de producción de la industria, sino en toda la cadena de valor de la empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de la presentación del presente informe (marzo 2019) se ha finalizado con la revisión bibliográfica, marco teórico, habiendo comenzado ya con el estudio cualitativo. Se han realizado 6 entrevistas en profundidad en 3 empresas (de las 10 programadas como trabajo en campo) siendo ellas pymes industriales localizadas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Gran Buenos Aires. Este análisis cualitativo nos permite al momento ensayar las siguientes respuestas a nuestras preguntas de investigación.

Se observa un espacio amplio para la mejora de la rentabilidad de las industrias pyme en la Argentina, y solo considerando factores internos y actuando en la mejora de procesos industriales y de negocios se podrían reducir los tiempos de ciclos en al menos un 20%; esto según nuestros primeros estudios de análisis de flujos de valor. La planificación de la producción y la gestión por procesos no es abordada en su plenitud aún. No se ha

encontrado a la fecha, técnicas de simulación como herramientas de ayuda para la toma de decisiones.

Es imprescindible la capacitación y formación de los operarios en: las técnicas digitales y tecnologías de la información en general. Respecto de los profesionales, conocimientos transversales desde la gestión por procesos, mecánica, electrónica, informática y simulación, serían más que deseables. En las industrias pyme analizadas a la fecha, se nota claramente la falta de formación en ciencias básicas y aplicadas con el fin de ser utilizadas para optimizar recursos y maximizar la productividad.

El permanente cambio y la rapidez de la evolución de las nuevas tecnologías convierte en mandatorio, más que deseable, la capacitación continua. No basta con el período de formación profesional, la actualización es imprescindible. No es fácil, fundamentalmente para las pymes, adoptar fuertes programas de capacitación, ya que “solo 3 de cada 10 responden afirmativamente, diciendo que es posible ver mejoras en el mediano plazo gracias a las capacitaciones” [20] (Salimbeni, 2016).

Indudablemente, la infraestructura de las tecnologías de la información, desde las conexiones de banda ancha (internet), computadoras y conexiones inalámbricas en planta para la interconexión de dispositivos, son la base mínima necesaria para encarar cualquier otro tipo de modernización. Durante las entrevistas en profundidad realizadas a la fecha, se han manifestado las demandas de parte de las pymes para lograr acceso a créditos con el fin de modernizar sus maquinarias y planta.

Se tienen aún ocho meses de trabajo por delante para finalizar este proyecto, y la fase dos, estudio cuantitativo de la situación actual de la industria argentina por sectores verticales, será un aporte de importancia. Por otra parte, este proyecto brinda una base para trabajar en futuras investigaciones en ramas con enfoque en: IoT, IoD (Internet of Devices), IoS (Internet of Services), IoP (Internet de las personas) y IoE (Internet of Energy) que producen como resultado otras especialidades como Smart City, Smart Product, Smart Mobility y muchas otras que tal vez aún desconozcamos hoy en día.

CONCLUSIONES

A la migración hacia la Industria 4.0 en las industrias argentinas habrá que analizarla separadamente entre las pymes y las grandes empresas. Las primeras aún tienen grandes inconvenientes con la modernización de la maquinaria actual, fundamentalmente desde el punto de vista financiero. Las grandes empresas, algunas direccionadas desde el exterior, están en un estado embrionario de la Industria 4.0.

La automatización de las líneas de producción, los micro-robots autónomos y la comunicación entre dispositivos sin intervención humana, requieren una fuerte inversión en los recursos humanos de las organizaciones y un cambio en su modalidad de

trabajo. Los factores clave de dichos cambios y nuevas habilidades, serán estudiados en la fase dos del presente proyecto.

Llevar a la práctica las fábricas inteligentes se puede hacer más dificultoso debido a la carencia de personal calificado, fundamentalmente en las ingenierías de la información y electrónica.

De las entrevistas en profundidad se desprende que la capacitación específica y la formación continua son las medidas más adecuadas para gestionar este cambio.

BILBIOGRAFIA

- [1] Roblek V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0 DOI: 10.1177/2158244016653987 sgo.sagepub.com.
- [2] Kadir, B. (2017) Designing new ways of working in Industry 4.0 Technical University of Denmark.
- [3] Schröder, C., The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises. FRIEDRICH-EBERT-STIFTUNG (2017) www.fes-2017plus.de.
- [4] Taylor, S., & Bogdan R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*. Barcelona, España: Paidós.
- [5] García Ferrando, M. (1996). La Encuesta. En M. García Ferrando, J. Ibáñez & Gefen, D., & Straub, D. W. (2003). Managing user trust in B2C e-services. *E-service Journal*, 2(2), 7-24.
- [6] Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. Londres: Weidenfield & Nicolson.
- [7] Valles, M.S. *Técnicas Cualitativas de Investigación Social – Reflexión metodológica y práctica profesional*. Ed. Síntesis, Madrid (2002).
- [8] Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approached*. Sage.
- [9] Sommer, L. (2015) Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution? Department of Business Administration and Engineering, Albstadt-Sigmaringen University, Germany. Retrieved from: <http://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/1470>

- [10] Schlechtendahl, J., Keinert, M., Kretschmer, F., Lechler, A., & Verl, A. (2015). Making existing production systems Industry 4.0-ready. *Production Engineering*, 9, 143-148. Doi: 10.1007/s11740-014-0586-3.
- [11] Hungerland, F., Quitzau, J., Zuber, C., Ehrlich, L., Growitsch, C., Rische, M. C., & Haß, H. J. (2015). The digital economy (No.21e). *Strategy 2030—Wealth and Life in the Next Generation*. Retrieved from <http://www.econstor.eu/handle/10419/121322>
- [12] Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2017) *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Retrieved from: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>
- [13] Enke, J., Glass, R., Kreß, A., & Hambach, J. Technische Universität Darmstadt. *Industrie 4.0. Competencies for a modern production system*. Article · January 2018 DOI: 10.1016/j.promfg.2018.04.028.
- [14] Nanry, J., Narayanan, S., & Rasse, L. (2015). Digitizing the value chain: Challenges remain for “Industry” 4.0, but the buzz is growing. *McKinsey Quarterly*. Retrieved from: http://www.mckinsey.com/insights/manufacturing/digitizing_the_value_chain
- [15] Ludwig, T., Kotthaus, C., Stein, M., Pipek, V., & Wulf, V. (2018): Revive Old Discussions! Sociotechnical Challenges for Small and Medium Enterprises within Industry 4.0. In: *Proceedings of 16th European Conference on Computer-Supported Cooperative Work - Exploratory Papers, Reports of the European Society for Socially Embedded Technologies (ISSN 2510-2591)*, DOI: 10.18420/ecscw2018_15.
- [16] Abele, E., Chryssolouris, G., Sihn, W., Metternich, J. et al., *Learning factories for future oriented research and education in manufacturing*, *CIRP annals* 66 (2017), 803-826.
- [17] Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018) The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0, *International Journal of Production Research*, 56:3, 1118-1136, DOI: 10.1080/00207543.2017.1372647.
- [18] Secretaria de Planeamiento y Políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación Argentina. (2015) *Industria 4.0: Escenarios e impactos para la formulación de Políticas Tecnológicas en los umbrales de la cuarta revolución industrial*. infoSepp AÑO 5 · N° 21.
- [19] Hitpass, B., & Astudillo, H. (2019). Industry 4.0 Challenges for Business Process Management and Electronic-Commerce. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* ISSN 0718–1876 Electronic Version VOL. 14 / ISSUE 1 / JANUARY 2019 / I-III DOI: 10.4067/S0718-18762019000100101.

- [20] Salimbeni, S; Torres, Eliane y Barrientos, Santiago. (2018) Planeación Estratégica y Evaluación de Riesgos Empresariales. DOI: 10.13140/RG.2.2.27786.16324.