

Respuesta de la industria 4.0 a las necesidades de una sociedad cada vez más conectada

Industry 4.0 reply to the needs of a well-connected Society

Giovanny Alexander Baquero Villamil¹, Manuel Alejandro Mahecha Tafur²

¹ 0000-0002-7372-7476, Politécnico Gran Colombiano, Bogotá D. C., Colombia, gbaquero@poligran.edu.co

² 0000-0003-0709-4639, Politécnico Gran Colombiano, Bogotá D. C., Colombia, mamahechat@poligran.edu.co

Fecha de envío: 14/02/2020 - Fecha de aceptación: 10/06/2020



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: doi.org/10.18041/1794-4953/avances.16017

Como citar: Cómo citar: Baquero Villamil, G., & Mahecha Tafur, M. (2020). Respuesta de la industria 4.0 a las necesidades de una sociedad cada vez más conectada. Avances: Investigación En Ingeniería, 17(1). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.16017>

Resumen

Este artículo de reflexión trata sobre la transformación de la industria y la sociedad a través de la globalización, internet y el uso de las nuevas tecnologías de la información. Considera el modo en que la industria ha atravesado por oportunidades de desarrollo que responden a las necesidades de la sociedad, creando efectos gracias a esas tendencias en la configuración de los procesos productivos. El objetivo es describir cómo responde la industria 4.0 a las necesidades de la sociedad conectada. Por medio de una revisión documental se empleó la triangulación de información, que es una técnica de análisis de datos centrada en contrastar visiones o enfoques a partir de los datos recolectados. Se concluye que la sociedad contemporánea se puede definir como tecnodependiente, que no es una denominación con carácter positivo o negativo; pero que sí define un sinnúmero de características de consumo a las que la industria 4.0 debe adaptarse de forma rápida y constante.

Palabras clave: industria 4.0, necesidades de una sociedad, conectada.

Abstract

This article is about the transformation of industry and society through globalization, the internet, and the use of new technologies in regards to the industry's development. Also, considering opportunities that respond to the needs of society, creating effects that acknowledge these trends in the configuration of production processes. This article aims to describe how industry 4.0 replies to the needs of the connected society. A literature review was carried out to set data analysis from contrasting visions or approaches. It was concluded that contemporary society may be defined as techno-dependent, which does not imply any positive either negative connotation, but which does define several consumption characteristics to which industry 4.0 must adapt quickly and constantly.

Keywords: industry 4.0, needs of a society, connected.

Introducción

Desde prender un bombillo hasta construir trenes de gran velocidad le han implicado al hombre diseñar un proceso, buscar materiales, ofrecer el producto o el servicio generado. Son cadenas circulares de producción que han mejorado la calidad de vida de las sociedades a través de la evolución y la historia del hombre [1].

Por medio de una revisión bibliográfica, este artículo busca describir cómo responde la actualidad de la industria 4.0 a las necesidades de la sociedad conectada, una transformación digital, orientada a fomentar que la sociedad consuma y ejecute sus procesos para suplir necesidades mucho más integradas a la tecnología. Como lo señala Torres [2], la industria ha atravesado por oportunidades de desarrollo que responden a las necesidades de la sociedad, creando efectos gracias a esas tendencias en la configuración de los procesos productivos o, como lo llama el autor, el tejido industrial. Desde la Revolución Industrial, las referencias históricas han señalado cuatro fases: industria 1.0, industria 2.0, industria 3.0 e industria 4.0, la actual.

La industria 4.0 se refiere a una profunda transformación de las empresas a través del uso de tecnologías de última generación después del 2011, debido a la crisis que impactó el sector industrial en las principales potencias industriales en países como Alemania, Estados Unidos y China. Este nuevo plan pretendió potenciar una producción fuerte e innovadora para el mundo [3]. La industria de cuarta generación se ha determinado como una “estrategia que define la digitalización y revolución de la producción y fabricación que integra las tecnologías más avanzadas, flexibilizando la producción y reduciendo los costos de fabricación” [3, p. 15].

En términos reales, hablar de la actual industria es referirse al internet de las cosas, los datos masivos, los sistemas integrados, los robots autónomos o la opción de no salir de casa para comprar un televisor, mercar o pagar cuentas de servicios públicos [4]. En esta sociedad contemporánea de consumo masivo se originó un fenómeno en cuanto a producir para una población que consumía sin control, lo cual le exigía a la industria adaptar nuevos y llamativos bienes al mercado para aumentar la variedad ofertada. Esta sociedad contemporánea, que vive una revolución tecnológica causada por el poder de la banda ancha, internet, el big data, el 5G, las redes sociales y las aplicaciones, cambió la forma de relacionarse, de comprar, de lanzar productos al mercado y hasta de generar entretenimiento [5].

En [6] definen la sociedad actual como un sistema dinámico y abierto, susceptible de evolucionar y capaz de expandirse, en la cual las redes constituyen la nueva morfología social de esta época histórica que, “con su lógica de enlace, modifica de forma sustancial la operación y los resultados de los procesos de producción, la experiencia, el poder y la cultura” [6, p. 36]. Estas redes contribuyen con estructuras y métodos propios de la economía basada en la innovación, la conectividad y la descentralización, que obliga a las compañías y recursos humanos a ser flexibles y a adaptarse a una cultura en reconstrucción [7].

Justamente, la sociedad contemporánea afronta una transformación digital que ha obligado a las organizaciones a replantarse mediante el uso de las tecnologías digitales para mejorar la forma en que se desempeña y sirve a sus clientes, proveedores, empleados, accionistas y lógicas

corporativas, y donde la aplicación de la tecnología a las operaciones de la empresa es solo un primer paso; sin embargo, ese cambio a las nuevas estructuras organizativas son una cuestión de visión, misión, estrategia y no solo un tema tecnológico [8].

Entonces, frente al reto de hacer cambios significativos, esencialmente por las tecnologías de la información y las comunicaciones [9], la industria 4.0 ha tenido que responder a una nueva forma de operar y tomar las decisiones en las organizaciones. El resultado es que las cadenas de suministro y su gestión se han adaptado rápidamente, tomando espacios y marcando ventajas competitivas y estratégicas.

La cadena de abastecimiento, desde las materias primas, pasando por la producción, el transporte, almacenamiento, las ventas, la facturación, hasta la distribución, ha cambiado sustancialmente. Por ejemplo, hace algunos años en la ciudad de Bogotá D.C., para comprar una bicicleta era necesario dirigirse en persona a la zona especializada para este tipo de artículos (la calle 13); ingresar al almacén; ir por este verificando qué modelos, colores o tallas se ajustaban a la necesidad de compra; subirse a la bicicleta; tomar las medidas necesarias, y si cumplía con las expectativas, pagar el artículo, esperar la factura, que el asistente de ventas diligenciara los papeles de propiedad, empacara la bicicleta y disponer lo necesario para trasladarla al lugar de destino. Hoy en día, con ingresar por el teléfono celular a una página de compras se escogen las características detalladas con las que se busca la bicicleta, pagarla en línea y decir adónde quiere que se la lleven [10].

Otro ejemplo significativo, citado en Bonilla [11], de los cambios de la industria 4.0 en respuesta a la transformación digital es el que afrontó con éxito Tenaris, una empresa siderúrgica multinacional del grupo argentino Techint, que se posicionó como líder mundial en la provisión de tubos de acero y servicios para el segmento de la energía y para ciertas aplicaciones industriales, que con el doble objetivo de lograr una mejora continua de su proceso productivo y ofrecer a los clientes productos y servicios con alto contenido tecnológico, emprendió el camino hacia la transformación digital. Las líneas productivas de Tenaris cuentan con aproximadamente más de 200 robots capaces de intervenir en temas como toma y descarga de materiales, control de calidad, pintura, marcación, aplicación de cuplas y protectores, aplicación de grasa, entre otras funciones [12].

Desde las compras en línea, pasando por la inclusión de robots en las plantas de producción, hasta el cambio de modelos de negocio, tales acciones han contribuido a ejemplificar la complejidad de esta revolución que pretende dar soluciones a las necesidades de la sociedad de consumo, facilitando todos los aspectos de la vida de un ciudadano digital [13].

I. Materiales y métodos

Para esta investigación de tipo cualitativo, en la cual se destaca la transformación de la industria y la sociedad a través de la globalización, el internet y el uso de las nuevas tecnologías de la información, se llevó a cabo una revisión documental, triangulando información, que es una técnica de análisis de datos que se centra en contrastar visiones o enfoques a partir de los datos recolectados. Por medio de esta se mezclan los métodos empleados para estudiar el

fenómeno [14]. El enfoque de investigación cualitativa es la recogida de información basada en la observación de comportamientos naturales, discursos, respuestas abiertas para la posterior interpretación de significados; se estudia la realidad en su contexto natural [15].

Este artículo de reflexión se basa en los resultados de investigación para analizarlos desde nuevas perspectivas, así como para profundizar en algún tema o hallazgo específico. En esta investigación se realizó procesamiento y análisis de las fuentes de datos que arrojan resultados, de los cuales se extrajo la información necesaria para responder a la formulación del problema; en este caso, cuáles son las necesidades de consumo de una sociedad cada vez más conectada y la industria [15].

Se revisaron bases de datos indexadas como ScienceDirect, SPORTDiscus, Scopus, Google Académico, ResearchGate, SciELO y otras con carácter académico. La búsqueda arrojó 3416 títulos, de los cuales se identificaron como funcionales 67 artículos y publicaciones. De estos, ninguno fue local o regional; pero 21 fueron nacionales y 46 fueron internacionales.

Los criterios de inclusión son artículos de los últimos diez años que se relacionan con la industria 4.0 y las características de conectividad en las sociedades actuales: el big data y el internet de las cosas. Los criterios de exclusión fueron artículos con más de diez años de publicación y que no pertenecieran a bases indexadas. En la tabla 1 se muestra la información sobre los artículos y publicaciones consultados.

Tabla I. Revisión documental

| Base de datos Consultada | Encontrados | Descargados | Funcionales | Local | Regional | Nacional | Internacional |
|--------------------------|--------------|-------------|-------------|----------|----------|-----------|---------------|
| ScienceDirect | 453 | 35 | 4 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| SPORTDiscus | 76 | 12 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Scopus | 540 | 336 | 16 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| Google Académico | 247 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| ResearchGate | 410 | 2 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SciELO | 200 | 20 | 7 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Otros | 1490 | 50 | 10 | 0 | 0 | 20 | 16 |
| Total: | 3.416 | 463 | 67 | 0 | 0 | 21 | 46 |

Fuente: elaboración propia del proyecto (2020).

2. Resultados y discusión

Mediante la triangulación de la información se logró considerar de qué manera la industria 4.0 responde a las necesidades de la sociedad contemporánea como indica [16]: “industria 4.0 se centra en la conversión hacia sistemas conectados y productos inteligentes” [16, p. 28]. Por este motivo, es de esperarse un gran cambio en la estructura de la producción, la planificación y los procesos que apoyan una conversión difícil de llevar a cabo. Uno de los principales inconvenientes es el referido a los altos costos que implica cambiar el proceso de producción, la logística, la distribución en planta de una instalación e, incluso, la capacitación del recurso humano [17]. Es recomendable plantear los cambios en partes aisladas de los procesos [18].

La industria 4.0 está inmersa en la transformación digital. Encuentra herramientas trascendentes como el big data, que genera productividad a la empresa, gracias a que una única máquina es capaz de recopilar grandes cantidades de información simple, como las medidas de la pieza que se produce, lo que da lugar a una enorme cantidad de datos para analizar y que pueden ser útiles para la organización futura de la producción [19]. Otra herramienta son los robots industriales, que monitorizan, retiran, alertan y reducen el riesgo de seguridad, colaboran con los trabajadores y generan mejoras de procesos [20]. Otros elementos tecnológicos que aportan significativamente a la industria son la realidad virtual, que simula situaciones sin grandes inversiones; la impresión 3D, que permite crear todo tipo de materiales y piezas, o la nube y la ciberseguridad, que permiten el acceso y recuperación de datos desde cualquier lugar o dispositivo, y equivalen a una mayor libertad para el empresario contemporáneo [21].

Garrell [22] define la industria 4.0 y su relación con la sociedad como la integración del conjunto de sistemas y procesos con más eficiencia y eficacia. El autor propone el concepto de sistemas de integración horizontales y verticales como objetivos de todo proceso productivo o de organización de la industria contemporánea, contemplando todo el ciclo de vida del producto y los diversos agentes internos o externos involucrados mediante los avances en eficiencia y sostenibilidad.

En [22] también se señalan varios pros de la industria 4.0: genera competitividad con base en el valor y no solo por productividad, potencia todos los sectores y modelos productivos (ya que todos están afectados por la digitalización y dotación de inteligencia artificial en sus procesos y en los productos), exige asumir la eficiencia y eficacia en todo el ciclo de vida del producto (diseño, producción al consumo y reciclaje), obliga incrementar la dimensión de las pymes y a ajustar la estructura de sus balances para competir e innovar, requiere audacia para conseguir y consolidar nuevos mercados internacionales e incentiva la imprescindible transferencia de tecnología y la cooperación [23].

Blanco et al. [24] han evidenciado ventajas de la industria 4.0, al generar una transformación tanto en la oferta como en la demanda y al indicar que las empresas industriales necesitarán contar con recursos propios o acceso a financiación para realizar estas inversiones y ser flexibles en los cambios. Frente a lo relacionado con el empleo, los autores plantean que la automatización provoca un efecto sustitución, que destruye puestos de trabajo en determinados sectores y empleos; pero también existe el efecto complementariedad, gracias al cual hay puestos de trabajo en los que la automatización complementa el trabajo humano, por lo que incrementan la productividad y la remuneración, pues se generan espacios a nuevas profesiones y un cambio sustancial en la forma de vinculación laboral, al abrir trabajos al freelance, donde el empleado puede redefinir sus condiciones laborales [25]. A estos dos efectos se añade la innovación tecnológica, que expande la frontera de producción, esto es, con los mismos recursos se puede producir más [26].

Conclusiones

Entonces, es factible plantear que la sociedad contemporánea es tecnodependiente, lo cual no es una denominación positiva o negativa; pero sí define unas características de consumo, de manejo del tiempo libre, de posibilidades de educación y de perspectivas de vida que giran en torno a una industria que facilita el acceso a los bienes y servicios; pero exige nuevas capacidades en los empleados, diversidad de productos y cambios en la oferta y demanda (que generan condiciones diferentes en la economía, beneficiando a aquellas industrias que han alcanzado un porcentaje mayor de transformación digital) [27].

Esa necesidad de rapidez o de inmediatez de los ciudadanos, cada vez con mayor acceso a la conectividad por multicanales, condiciona las formas de relacionarse como sociedad, de consumir productos, y genera valores emergentes no definidos, a los cuales la industria debe responder con prontitud, condicionada por la exposición de la sociedad. Ello la obliga a cambiar, por un lado, los procesos productivos, considerando a la vez las fuentes de energía, las materias primas y los nuevos materiales; por otro, la forma de diseñar, exigiéndole que los sistemas de producción se interconecten integralmente, tanto los internos como los externos y todos sincronizados en tiempo real y orientados en un entorno más complejo encuadrado en los cambios del mercado [28].

La transformación digital ha aportado más aspectos positivos a la industria 4.0 que negativos, pues, como indican los referentes teóricos consultados, la sociedad conectada necesita cada vez más ayuda en facilitar tareas cotidianas. Por ejemplo, trasladarse de un punto a otro en una ciudad puede tomar gran parte del día; mientras que con la ayuda de una aplicación todo se puede realizar desde su casa u oficina [29]. Esta idea se transmite en la industria y permite que un empresario pueda controlar toda la cadena de abastecimiento con un clic de distancia [30].

Esta nueva forma de hacer industria se refiere a la integración horizontal de redes colaborativas [31], en las cuales los procesos los dirigen trabajadores que se mantienen en comunicación con múltiples áreas de la planta, se conectan con departamentos en otras ciudades, con una admirable capacidad de cooperar dentro de la cadena de abastecimiento, facilitando otros procesos como rutas, flujos de mercancías, entrega y distribución, disminuyendo costos mientras la complejidad de los productos y procesos aumenta gracias a un sinnúmero de tecnologías. Aunque en estos procesos la labor colaborativa y multidisciplinaria de los trabajadores en toda la organización es una condición de la adaptación para lograr planes de producción positivos y realizables.

Si bien la transformación digital se orienta hacia el uso de las tecnologías nombradas, es inherente la combinación de la capacidad humana con la facilidad que permiten las máquinas y, en general, los elementos tecnológicos. Aquí surge la pluralidad de las competencias de los profesionales que aporten al buen uso de la información masiva, las máquinas especializadas, la atención al cliente y la sagacidad para generar soluciones inmediatas en todos los aspectos [32]. De forma dicotómica, la industria 4.0 exige a los profesionales que respondan a las necesidades individuales del cliente, que es uno de los objetivos del mercadeo contemporáneo; pero también abre la opción a nuevas profesiones que se enmarcan en tareas puntuales como creadores de contenido, creadores de aplicaciones o especialistas en software [33].

La industria 4.0 responde a la necesidad detallada del comprador, se acomoda a las características de los ambientes contemporáneos, los ciudadanos digitales, la premura del tiempo que pareciera volar, la inmediatez de las nuevas tecnologías, la responsabilidad social y el impacto medioambiental. Y responde con competitividad, adaptación y transformación.

Referencias

- [1] V. Villamil, "México exporta más 'compus' y celulares que autos", *El Financiero*, vol. 2, n.º 4, pp. 30-56, 2017. [en línea]. Disponible: <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-exporta-mas-compus-y-celulares-que-autos>
- [2] P. R. Torres, "Evolución de la producción industrial mundial y desafíos para Cuba", *Econ. Desarr.*, vol. 150, n.º 2, julio-diciembre, pp. 7-22, 2013.
- [3] L. T. Barros, "La Industria 4.0: aplicaciones e implicaciones", tesis de grado, Univ. de Sevilla, Sevilla, España, 2017.
- [4] V. Nath. "Knowledge networking for sustainable development: knownet initiative", 8 de enero de 2020. [En línea]. Disponible: <http://www.cddc.vt.edu/knowlednet/articles/exchanges-ict.html>
- [5] L. M. Uriarte y M. Acevedo, "Sociedad red y transformación digital: hacia una evolución de la consciencia de las organizaciones", *Economía Industrial*, vol. 407, n.º 1, pp. 35-49, 2018.
- [6] F. Leymann, D. Nicklas y M. Wieland, "Managing technical processes using smart workflows", *Lect. Notes Comput. Sci.*, vol. 3, n.º 1, pp. 53-77, 2008. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89897-9_25
- [7] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Gobierno de España. "Industria conectada 4.0: la transformación de la industria española". 4 de enero de 2020. [en línea]. Disponible: <https://www.industriaconectada40.gob.es/>
- [8] G. Rodríguez, "Franklin Foer: 'Silicon Valley forma parte del mismo populismo farsante que Trump'". *El País*, 15 de enero de 2020. [en línea]. Disponible: https://retina.elpais.com/retina/2018/01/30/tendencias/1517315124_428392.html
- [9] M. Casalet. *La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa*. Santiago: Cepal, 2020. [en línea]. Disponible: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44266/1/S1800941_es.pdf
- [10] B. Basco, G. Beliz, D. Coatz y P. Garneró, "Industria 4.0 fabricando el futuro", private communication, Banco Interamericano de Desarrollo, 2018.
- [11] F. Bonilla, "Conacyt y NSF impulsarán comercialización de innovación tecnológica", *cienciamx. Noticias*, 12 de diciembre de 2019. [en línea]. Disponible: <http://conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politic>
- [12] N. Dolgui, D. Ivanov, M. Ivanova, B. Solokov y F. Werner, "A dynamic model and an algorithm for shortterm supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0", *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, n.º 2, pp. 386-402, 2018.
- [13] J. R. Cooper, *The Seventh Sense: Power, Fortune and Survival in the Age of Networks*. New York: Little, Brown and Company, 2016.
- [14] S. R. Hernández, *Metodología de la investigación*. México D. F.: McGraw Hill, 2015.
- [15] S. Taylor y R. Bogdan, *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós, 1986.
- [16] D. Villavicencio, "Incentivos a la innovación en México: entre políticas y dinámicas sectoriales", en *Dilemas de la innovación en México: dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales*, J. Carrillo, A. Hualde, D. Villavicencio, Comps. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte, 2012, pp. 27-72. [En línea].

Disponible: <https://colef.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1014/535/2/Dilemas%20de%20la%20innovaci%C3%B3n--interiores.pdf>

- [17] C. B. Frey, “¿Trabajadores versus robots? Cómo ganar el duelo más importante del siglo XXI”, *Integración y Comercio*, vol. 21, n.º 42, pp. 26-34, 2017. <https://bit.ly/2VfZUYo>
- [18] W. Guanghui y W. Lidong, “Big data in cyber-physical systems, digital manufacturing and industry 4.0”, *Int. J. Eng. Man.*, vol. 6, n.º 4, pp. 1-8, 2016. <https://doi.org/10.5815/ijem.2016.04.01>
- [19] O. Kaynak y S. Yin, “Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends”, *Proceedings of the IEEE*, vol. 103, n.º 2, pp. 143-146, 2015.
- [20] S. Johnson, *Future Perfect: The Case for Progress in a Networked Age*. New York: Riverhead Books, 2012.
- [21] T. Berger y C. Frey, “Industrial renewal in the 21st century: evidence from US cities”, *Regional Studies*, vol. 51, n.º 3, pp. 404-413, 2017.
- [22] A. Garrell, “La industria 4.0 en la sociedad”, 6 de febrero de 2018. [En línea]. Disponible: <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/02/1.-Antoni-Garrell.pdf>
- [23] M. Pacini y L. Sartorio, “¿Deslocalización o re-localización?: el caso de la industria automotriz”, *Integración y Comercio*, vol. 2, n.º 42, pp. 126-139, 2017.
- [24] R. Blanco, J. Fontrodona y C. Poveda, “La industria 4.0: el estado de la cuestión”, *Economía Industrial*, n.º 406, pp. 151-164, 2017. [en línea]. Disponible: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf>
- [25] Secretaría de Economía de México. “Conoce más sobre la industria TIC en México”, 13 de mayo de 2014. [en línea]. Disponible: <https://www.gob.mx/se/articulos/conoce-mas-sobre-la-industria-tic-en-mexico>
- [26] A. Sánchez, “Disminuye inversión automotriz ante la falta de ‘inges’”, *El Financiero*, 13 de junio de 2017. [En línea]. Disponible: http://biblioteca.iiec.unam.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=25352
- [27] M. Casalet, “Las relaciones de colaboración entre la universidad y los sectores productivos: una oportunidad a construir en la política de innovación”, en *Dilemas de la innovación en México: dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales*, J. Carrillo, A. Hualde, D. Villavicencio, Comps. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte, 2012, pp. 109-142. [En línea]. Disponible: <https://colef.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1014/535/2/Dilemas%20de%20la%20innovaci%C3%B3n--interiores.pdf>
- [28] J. Cooper y A. James, “Challenges for database management in the internet of things”, *IETE Tech. Rev.*, vol. 26, n.º 5, pp. 320-329, 2017. <https://doi.org/10.4103/0256-4602.55275>
- [29] C. Kolberg y D. Zühlke, “Lean automation enabled by Industry 4.0 technologies”, *IFAC PapersOnLine*, vol. 3, n.º 48, pp. 1870-1875, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>
- [30] D. Ivanov y B. Sokolov, “Integrated scheduling of material flows and information services in industry 4.0 supply networks”, *IFAC-PapersOnLine*, vol. 3, n.º 48, pp. 1533-1538, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.304>
- [31] T. Martínez, “Actividad industrial en México acentúa su baja en julio”, *El Financiero*, vol. 2, n.º 3, pp. 90-117, 2017.
- [32] D. Suárez. “Qué es la Industria 4.0”, *Ningenia*, 31 de mayo de 2016. [en línea]. Disponible: <http://www.ningenia.com/2016/05/31/que-es-la-industria-4-0/>
- [33] F. Stezano, “The role of technology center as intermediary organizations facilitating links for innovation: four cases of federal technology centers in Mexico”, *Rev. Policy Res.*, vol. 34, n.º 4, pp. 642-666, 2018. <https://doi.org/10.1111/ropr.12293>