



Capacidades dinámicas en las mipymes para la adaptabilidad de la industria 4.0

Silva-Casas, Rosalía¹, Estrada-Domínguez, Jesús Eduardo²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monterrey, Nuevo León, México, rosalia_silva96@outlook.com, Av. Universidad S/N
Col. Ciudad Universitaria, (+52) 81 8329 4000

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y
Administración Monterrey, Nuevo León, México, jesus.estradam@uanl.edu.mx, Av.
Universidad S/N Col. Ciudad Universitaria, (+52) 818329 4000

Información del artículo arbitrado e indexado en Latindex:

Revisión por pares

Fecha de aceptación: 9 de junio de 2019

Fecha de publicación en línea: 31 de julio de 2019

Resumen

Las pymes enfrentan un gran desafío con la cuarta revolución industrial pues están en camino al desarrollo de estrategias de producción y mejorar sus procesos, a esto se suma la búsqueda de talento del capital humano. El desafío también corresponde a la educación en ingeniería, se requiere fortalecer y desarrollar competencias digitales en los estudiantes, para hacer frente a los cambios tecnológicos de la industria 4.0. La presente investigación aborda las necesidades digitales en las pymes para traducirlas en capacidades educativas requeridas de los futuros egresados de ingenierías que podrán ayudar a la formación de ingenieros 4.0 capaces de abordar esta revolución industrial ya que los requisitos serán más complejos y específicos. El avance tecnológico y el crecimiento de inversión en nuestro país reafirman la idea de que se necesitan desarrollar capacidades digitales como computación en la nube, internet de las cosas y manufactura aditiva para satisfacer la futura demanda de la industria.

Palabras clave: industria 4.0, internet de las cosas, computación en la nube, manufactura aditiva.

Abstract

SMEs face a great challenge with the fourth industrial revolution because they are on the way to developing production strategies and improve their processes, in addition to the talent search of human capital. The challenge also corresponds to education in engineering, it is necessary to strengthen and develop digital skills in students, to face the technological changes of industry 4.0. This research addresses the digital needs of SMEs to translate them into the educational skills required of future engineering graduates who can help to train engineers capable of addressing this industrial revolution, since the requirements will be more complex and specific. The technological advance and the growth of investment in our country reaffirm the idea that it is necessary to develop digital capacities such as cloud computing, the internet of things and additive manufacturing to satisfy the future demand of the industry.

Key words: 4.0 industry, internet of things, cloud computing, additive manufacturing.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación propone tres capacidades digitales mencionadas más adelante, como resultado de una revisión de información de investigaciones sobre industria 4.0, además de revisión de artículos sobre crecimiento e invención en México y el estado de Nuevo León.

Cada revolución ha traído consigo beneficios y desafíos que abarcan la situaciones socioeconómicas, sociales, educativas, etc.

Todas las revoluciones industriales han dado como resultado crecimiento económico, mayor productividad y avance positivo, incluso de alta calidad de bienes y servicios (Rabeh, Husam, & Mosa, 2017).

A lo largo de la historia, tras la primera revolución industrial marcada por la invención de la máquina de vapor, hidráulica, mecanización y la segunda revolución industrial marcada por la invención de energía eléctrica y líneas de ensamblaje, posteriormente la tercera revolución impulsada por el uso de la computadora, la automatización en los procesos de fabricación y con el internet como símbolo, el hombre da paso al comienzo de la cuarta revolución industrial (Yueting, Chunyan, Sun, & Yongqing, 2017), donde los sistemas cibernéticos están interconectados a través de objetos, procesos reales y virtuales que se presentan como una profunda integración interdisciplinaria (Schwab, 2015).

Los principales impulsores de la industria 4.0 son internet de las cosas, fabricación basada en la nube y fabricación inteligente que ayuda a transformar el proceso de fabricación en uno totalmente digitalizado e inteligente (Selim, Andreas, Philipp, Ott, & Wilfred, 2016).

Algunas de estas tecnologías se vienen utilizando años atrás, pero de forma aislada; sin embargo su integración es lo que las potencializa para transformar la industria, con procesos productivos totalmente integrados, automatizados y optimizados con resultados significativos en el mejoramiento de la eficacia operativa y el desempeño (Suárez, 2016).

A través del tiempo, el desarrollo tecnológico ha impactado la educación, específicamente hablando de la formación de ingenieros y la industria refiriéndose a las pymes que son la fuerza motriz de muchas economías

donde México no es la excepción. Las pymes necesitan formular una estrategia tecnológica para apoyar su planificación para integrarse con los próximos desarrollos tecnológicos futuros (Birgit & Hess, 2016), Nuevo León, a lo largo del tiempo, se ha caracterizado por encabezar el desarrollo y crecimiento industrial del país.

Durante el 2018, el 48 % de las empresas en México realizaron inversiones en productos y servicios de nube. De estas, 30 % dedica el presupuesto a nubes públicas y 18 % a nubes privadas (Riquelme, 2018). De acuerdo con el *Global Cloud Computing Scorecard 2018* elaborado por *The Software Alliance (BAS)*, México ocupa el lugar 13 entre 24 países de todo el mundo según el nivel de utilización de tecnologías de cómputo en la nube (Alliance, 2018).

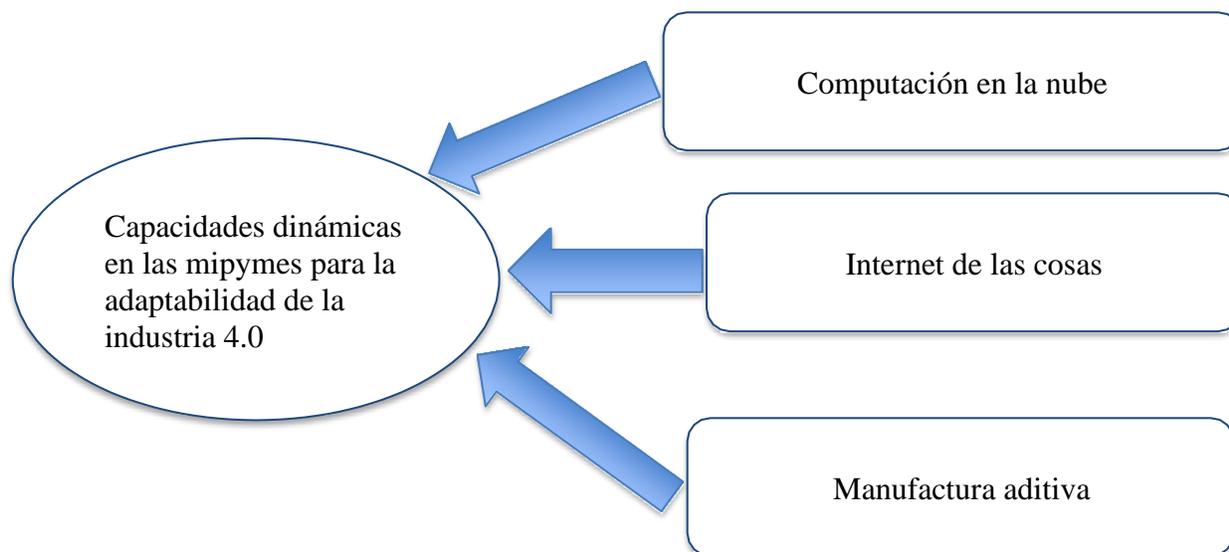
Las proyecciones del impacto que producirá el internet de las cosas en la economía de mexicana tan solo en 2016, International Dockworkesrs (*IDC*) estima que la inversión en internet de las cosas alcanzará 19 % de tasa de crecimiento compuesta para el 2020. (Becerra, 2017). Enfrentamos importantes desafíos en nuestro entorno con la industria 4.0 que se transforma aceleradamente y se denomina como un futuro incierto. Este ambiente destaca la necesidad de que nos adaptemos a los requerimientos de la misma y que los ingenieros y nuestro país incrementen su competitividad en el marco de la cuarta revolución industrial (Esponda, 2018).

2. MARCO TEÓRICO

Desde antes que el término industria 4.0 naciera, en Alemania en al año 2013 ya se observaban y desarrollaban algunas capacidades tecnológicas; en los últimos años la computación en la nube, internet de las cosas y manufactura aditiva ha tomada parte de investigaciones y estudios al lado de otras capacidades digitales, sin embargo, las mencionadas anteriormente son algunas de más representativas de la cuarta revolución industrial, como se muestra en la figura 1.

El objetivo es apoyar la idea de que se necesita desarrollar dichas capacidades con base a él crecimiento tecnológico del estado.

Figura 1. Modelo esquemático.



2.1 Computación en la nube

Una estrategia que funciona y mejora las capacidades de las pequeñas y medianas empresas para poder competir contra empresas más grandes es el uso de la tecnología (Khong, Siong, & Binshan, 2009). La computación en la nube no solo es de interés para las grandes empresas, sino también para las pequeñas y medianas empresas (pymes) (Jain & Sushul, 2010). Las pymes están reorientando rápidamente su tecnología y sus estrategias para incluir la computación de la nube, como el énfasis estratégico en la flexibilidad, la innovación, el costo reducido las ganancias económicas aumentan las organizaciones no pueden pasar por alto las ventajas de la adopción de la computación de la nube (Armbrust, y otros, 2010).

A medida que nació la computación en la nube han surgido varias definiciones por lo que no hay una determinada, pero la más aceptada

hasta ahorita es la plateada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías (NIST): computación en la nube es un modelo ubicuo para permitir el acceso a la red, conveniente y bajo demanda a un conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar y lanzar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción con el proveedor de servicios.

Este modelo de nube está compuesto por cinco elementos de esenciales características, tres modelos de servicio y cuatro modelos de implementación. La nube no puede considerarse como un nuevo concepto o tecnología que surgió en los últimos años; en cambio, su raíz se puede encontrar en lo que John McCarthy describió como las capacidades de proporcionar recursos computacionales como una "utilidad" (Mell & Timothy, 2011). En la tabla 1 que se muestra a continuación, se muestran unas hipótesis comprobadas sobre computación en la nube.

Tabla 1. Hipótesis de estudios consultados.

Artículo	Aportación
The usage and adoption of cloud computing by small and médium businesses (Gupta, A, & Raj, 2013)	Para implementar la computación en la nube se busca personal que tengas conocimientos y pueda manejar los asuntos de tecnologías de la información (ITC) y también que pueda asumir operaciones responsabilidad.
Flactors Influencing Cloud Computing Adoption. An Empirical Analysis (Sallehudin, Che Razak, & Ismail, 2015)	El conocimiento sobre computación de la nube lleva a un mayor nivel la intención de implementarlo en la organización.

2.2 Internet de las cosas

Internet de las cosas (*IoT* por sus siglas en inglés, *Internet of things*) se refiere a la estricta conexión entre el mundo digital y físico (Atzori, Lera, & Morabito, 2010), existen varias definiciones sobre el tema como: Una infraestructura de red global dinámica con capacidades de autoconfiguración basadas en protocolos de comunicación estándar e interoperables donde las cosas físicas y virtuales tienen identidades, atributos físicos y personalidades virtuales y utilizan interfaces inteligentes y se integran a la perfección en el red de información (Katasonov, Olena, khriyenko, & Nikitin, 2008).

En el núcleo de la idea de internet de las cosas está la noción de que cosas cotidianas como los vehículos, los electrodomésticos, las herramientas y bienes de consumo en general estarán equipados con capacidades de rastreo y detección. Cuando esta visión se actualice por completo las cosas también contendrán capacidades de procesamiento y redes más sofisticadas que permitirán a estos objetos inteligentes comprender sus entornos e interactuar con las personas (Whitmore & Agarwal, 2014).

Muchas pymes comienzan a ver el potencial de oportunidades del internet de las cosas y sus impactos en proporcionar soluciones que ofrecen ventajas operativas (Industrial Internet Insights Report , 2015). Las características del IoT son las siguientes:

- Interconectividad: Con respecto a la *IoT*, cualquier cosa puede ser interconectado a la información y

comunicación infraestructura global (Vermesan, 2014).

- Servicios relacionados con las cosas: el *IoT* es capaz de proporcionar servicios relacionados con las cosas dentro de las limitaciones con las cosas dentro de las limitaciones de las cosas, tales como protección de la privacidad y consistencia semántica entre lo físico.
- Cosas virtuales asociadas: a fin de proporcionar servicios relacionados con las cosas dentro de las limitaciones de las cosas, tanto la tecnología en el mundo físico y en el mundo de la información (Serrano, Elloumi, & Lucent, 2015).

Para seleccionar y utilizar adecuadamente un atributo de innovación inherente en la *IoT*, las empresas deben responder de manera adecuada y asegurar las capacidades necesarias, es decir, la capacidad de red, el atributo fundamental de la *IoT* y la capacidad de adopción del ecosistema. Las empresas pueden diseñar una estrategia de una respuesta paso a paso como la innovación incremental, pero lo que se requiere en un entorno cambiante de un nuevo paradigma industrial es una respuesta rápida y precisa (Shin, 2017).

2.3 Manufactura Aditiva

2.3.1 Evolución de la fabricación digital directa

Como se indicó anteriormente, la fabricación digital directa a la conexión de equipos de fabricación aditiva e información moderna y

tecnologías de la comunicación (TIC), especialmente internet, permite satisfacer las demandas de los consumidores y las capacidades de suministro en tiempo real, solo limitado por el manejo físico lógico de las herramientas. Comenzando con máquina-herramienta con control numérico computarizado (CIM). La tecnología mejoró la eficiencia de la fabricación de muchas maneras.

El principal avance tecnológico de la informática y tecnología de la información permitió el desarrollo del escritorio de procesos y *digital diagnostic monitoring* en el área de fabricación. Estas son especialmente las diversas tecnologías del diseño asistido por computadora (CAD) que comenzó en un entorno 2D, más tarde se aumentará con un entorno de dibujo 3D (CAD 3D), fabricación asistida por computadora (CAM) e ingeniería asistida por computadora (CAE).

Para fabricación directa sin necesidad de planificación de procesos DDM describe el proceso de uso de modelo 3D (CAD) (Gibson, Rosen, & Stucker, 2010).

2.3.2 Flujo de trabajo digital para fabricación aditiva

Los procesos de fabricación aditiva tienen un flujo de datos digital que genera las instrucciones para la máquina de manufactura aditiva seguido de un flujo de trabajo físico que transforma las materias primas en finales. El proceso suele comenzar con 2D un conjunto de imágenes como se derivan desde tomografías computarizadas o desde físico 3D como prototipo o una pieza de para ingeniería inversa. Estos son transformados en modelos digitales utilizando modelado de sólidos metrología o reconstrucción de imágenes (Bong & Witherell, 2015).

La fabricación trata de convertir la entrada de materiales en bienes y servicio. La eficiencia

de este proceso de conversión es un determinante clave del impacto industrial asociado a la producción. Se ha identificado que la fabricación aditiva tiene el potencial de proporcionar una serie de ventajas, una de estas incluye la generación de menos desperdicio durante la fabricación debido a que en un proceso aditivo la capacidad de optimizar y crear componente ligeros reducen el consumo de material en la fabricación y el consumo de energía, subsecuente reducción en el transporte en la cadena de suministro e inventario reducción de desechos.

2.3.3 Beneficios y limitaciones

El potencial de manufactura aditiva mejora el rendimiento general de los productos y procesos. La eficiencia de los materiales y la energía se puede mejorar mediante la desmaterialización y reducción de consumo de energía durante el procesamiento.

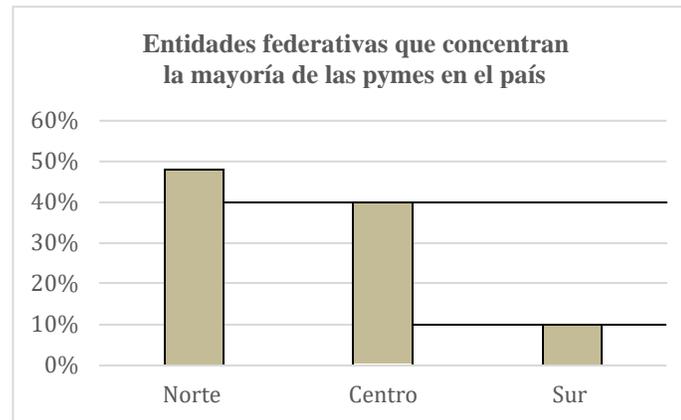
Además, la adopción de manufactura aditiva puede dar lugar a reconfigurar la cadena de valor. El rediseño de productos y componentes puede llevar a productos más simples que requieren menos componentes, materiales, etapas e interacciones (Gutowski, Branham, & Jones, 2009).

3. RESULTADOS

En México las pymes generan el 72 % del empleo y el 52 % del PIB (INEGI, 2015), como se puede apreciar en la ilustración 2; Nuevo León es uno de los estados con más concentración de pymes en el país, con un 48 % de la concentración, de ahí la importancia de abordar esta investigación sobre capacidades dinámicas en los ingeniero 4.0 para pymes.

Unos de los factores que frenan el crecimiento de las pymes es la escasez de inversión en talento (Forbes, 2018).

Figura 1. Estados y pymes.



Nuevo León es líder a nivel nacional en la implementación del modelo de industria 4.0, en el cual participa la triple hélice conformada por empresas, universidades (4 por el momento y la UANL es una de ellas) y el gobierno estatal, quienes han impulsado una transformación en las plantas productivas. La iniciativa Nuevo León 4.0 pretende transformar la cadena de valor como parte de la siguiente revolución

industrial, se estiman 12 tecnologías que comienzan a transformar la manufactura en el estado, como se muestra en la ilustración 3, entre ellas se encuentra computación de la nube, internet de las cosas y manufactura aditiva. Inicialmente se invirtieron 150 millones de pesos para impulsar a las empresas hacia programas de innovación (Nuevo León 4.0 muestra el futuro de la era digital, 2018).

Figura 2. Tecnologías de la cuarta revolución industrial Nuevo León 4.0



En mayo de 2017, la Secretaría de Economía y Trabajo de Nuevo León presentó la primera de seis aulas inteligentes que plantea abrir dentro de las instalaciones del Instituto de Capacidades y Educaciones para el Trabajo (ICET) entre 2017 y 2018. Surge ICET Innovation como resultado de un proceso de transformación y ajuste de su oferta educativa considerando temas de industria 4.0, las aulas están equipadas con impresoras 3D para crear prototipos a escala para la industria (Gobierno del Estado de Nuevo León, <http://www.nl.gob.mx>, 2017); la UANL firmó el Convenio de Capacitación para el Trabajo con el ICET para que los alumnos puedan beneficiarse con sus cursos especializados y avanzados equipos e impresoras 3D (Gobierno del Estado de Nuevo León, <http://www.nl.gob.mx>, 2017).

A través del Clúster del software impulsará a 50 empresas hacia la industria 4.0 para responder a la demanda de desarrollo de programas tecnológicos, con esto se pretende generar una gran demanda de investigación, capacitación en computación de la nube e internet de las cosas por mencionar algunos (Gobierno del Estado de Nuevo León, <http://www.nl.gob.mx>, 2018).

Entre el 2018 y 2020 se tendrá en Nuevo León el primer campus de Diseño en manufactura digital avanzada de Latinoamérica; dicha obra tendrá una inversión de 250 millones de pesos y se realizará en el PITT (Parque de Investigación e Innovación tecnológico).

La U-ERRE informó que el primer laboratorio de big data e internet de las cosas se concentrará con el apoyo de los gobiernos federal y estatal, además, esta unidad compartirá conocimientos con las demás instituciones de educación superior como UANL, ITESM y UDEM (Gobierno del Estado de Nuevo León, <http://www.nl.gob.mx>, 2018).

La Universidad Autónoma de Nuevo León adaptará sus programas educativos a las mega tendencias, habilidades y destrezas educativas para la cuarta revolución industrial para tener la primera generación de egresados en Industria 4.0 (Rivera, 2017).

4. CONCLUSIÓN

La educación superior necesita adaptarse a los cambios y a los requerimientos de esta cuarta revolución, la responsabilidad recae en las instituciones educativas, en la presente investigación se propuso tres capacidades como computación de la nube, internet de las cosas y manufactura aditiva que un ingeniero egresado debe poseer.

Los porcentajes y tasas de crecimiento e inversión en nuestro país muestran el crecimiento de la digitalización de las pymes lo que reafirma la idea de que se necesita desarrollar capacidades digitales para satisfacer la demanda futura de la industria.

Entre los factores clave para adoptar alguna de las tecnologías mencionadas en esta investigación es el conocimiento y manejo de estas capacidades tecnológicas. Las pymes han comprendido las grandes ventajas que aporta la industria 4.0 con dichas ventajas les permitirán un desarrollo tecnológico y de adaptación y es fundamental para supervivencia en un mercado constantemente en cambio.

Con el constante desarrollo de la tecnología la información técnica que se genera se duplica cada 2 años, entre de los próximos años y en adelante se graduarán más estudiantes universitarios por lo que la competencia ascenderá, a esto hay que agregar la evolución de las carreras universitarias, en la década pasada, las carreras más demandadas no existían a principios de los 2000. Muchos de los empleos en un futuro no lejano serán realizados por máquinas automatizadas y con sistemas de inteligencia artificial.

Realmente los estudiantes deben prepararse para trabajos que aún no se consolidan pero que en poco tiempo lo harán. Con el avance de la cuarta revolución industrial, los requisitos y habilidades necesarias serán más complejas, específicas, diferentes e incluso se dará paso al surgimiento de nuevas carreras de ingeniería en los próximos 5 años con conocimientos más específicos para abordar los desafíos de las tecnologías 4.0 y para satisfacer la demanda.

REFERENCIAS

- Gobierno del Estado de Nuevo León. (05 de Marzo de 2018). <http://www.nl.gob.mx>. Recuperado de <http://www.nl.gob.mx>: <http://www.nl.gob.mx/noticias/impulsara-nuevo-leon-50-empresas-de-software-hacia-industria-40>
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (16 de Febrero de 2018). <http://www.nl.gob.mx>. Recuperado de <http://www.nl.gob.mx>: <http://www.nl.gob.mx/noticias/tendra-nuevo-leon-primer-campus-de-diseno-en-manufactura-digital-en-latinoamerica>
- Alliance, B. T. (6 de Marzo de 2018). *México mejora su posición en los rankings del BSA Global Cloud Computing Scorecard 2018*. Recuperado de BSA | The Software Alliance: <https://www.bsa.org/news-and-events/news/2018/march/en03062018bsa2018cloudscorecard>
- Armbrust, M., Fox, A., Rean, G., Joseph, A., Katz, R., & Andy, K. (2010). A view of Cloud Computing . *Communication of the ACM*, 50-58 .
- Atzori, L., Lera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 2787-2805.
- Becerra, J. L. (2017). *Reporte Especial – Internet de las Cosas en México: avances y expectativas*. Recuperado de CIO México : <http://cio.com.mx/reportes-especial-internet-las-cosas-en-mexico-avances-expectativas/>
- Birgit, V.-H., & Hess, D. (2016). *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* . Munich : Guest editorial .
- Bong, K. D., & Witherell, P. L. (2015). Streamlining the additive manufacturing digital spectrum: A systems approach. *Additive Manufacturing* , 20-30.
- Ella, b. (2016). *Information age*. Recuperado de The digital age and the changing role of the modern engineer: <https://www.information-age.com/digital-age-changing-role-modern-engineer-123462717/>
- Esponda, J. (2018). La educación superior y la cuarta revolución industrial. *El universal*.
- Forbes. (31 de 01 de 2018). *Forbes México*. Recuperado de Pymes mexicanas, un panorama 2018: <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-un-panorama-para-2018/>
- Gibson, I., Rosen, D. R., & Stucker, B. (2010). Design for Additive Manufacturing. *Additive Manufacturing Technologies Springer, Boston*.
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (2017). <http://www.nl.gob.mx>. Recuperado de <http://www.nl.gob.mx>: <http://www.nl.gob.mx/noticias/arranca-nl-instalacion-de-aulas-inteligentes-para-la-manufactura-40>
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (2017). <http://www.nl.gob.mx>. Recuperado de <http://www.nl.gob.mx>: <http://www.nl.gob.mx/noticias/firman-convenio-de-capacitacion-el-icet-y-la-prepa-23-de-la-uanl>
- Gupta, P., A, S., & Raj, J. R. (2013). The use and adoption of cloud computing by small and mediums. *International Journal of information mangement* , 861-874.
- Gutowski, T., Branham, M. D., & Jones, A. J. (2009). Thermodynamic Analysis of Resources Used in Manufacturing Processes. *Environ. Sci. Technol*, 215-243.
- Industrial Internet Insights Report . (2015). *Accenture*.
- INEGI. (2015). *INEGI*. Recuperado de Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE): <https://www.inegi.org.mx/programas/enaproce/2015/>
- Jain, L., & Sushul, B. (2010). Enterprise cloud computing: key considerations for adoption. *International Journal of Engineering and Information Technology*, 113-117.
- Katasonov, A., Olena, K., khriyenko, O., & Nikitin, S. (2008). Smart semantic middleware for the internet of things. *Proceedings of Fifth International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, Funchal, Madeira, Portugal*.
- Khong, S. T., Siong, C. C., & Binshan, L. (2009). Internet-based ICT adoption: evidence from Malaysian SMEs. *Industrial Management & Data Systems*, 224-244.

- Mell, P., & Timothy, G. (2011). The NIST Definition of Cloud. *National Institute of Standards and Technology*, 2.
- Nuevo León 4.0 muestra el futuro de la era digital. (2018). *Manufactura*.
- Rabeh, M., Husam, A., & Mosa, S. (2017). La cuarta revolución industrial: una perspectiva de innovación social. *Tecnología revisión de la iglesia de la innovación*, 12-20 .
- Riquelme, R. (2018). La mitad de las empresas en México están haciendo inversiones en la nube. Recuperado de *El economista*: <https://www.eleconomista.com.mx>
- Rivera, R. G. (2017). Firman convenio de capacitación el ICET y la Prepa 23 de la UANL. (G. Ciudadano, entrevistador)
- Schwab, K. (2015). *Foreign Affairs*. Recuperado de The Fourth Industrial Revolution: What It means and how to respond: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
- Sallehudin, H., Che Razak, R., & Ismail, M. (2015). Factors Influencing Cloud Computing. *Journal of Entrepreneurship and Business*, 30-45.
- Selim, E., Andreas, J., Philipp, H., Ott, K., & Wilfred, S. (2016). Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. *6th CLF-6th CIRP Conference on Learning Factories, Procedia CIRP*, 13-18.
- Serrano, M., Elloumi, O., & Lucent, F. M. (2015). Alliance for internet of things innovation, Semantic Interoperability. *Release 2.0 AIOTI WG03-IoT Standardisation*.
- Shin, D.-I. (2017). An exploratory study of innovation strategies of the internet of things SMEs in South Korea. *Asia Pacific Journal of Innovation*, 171-189.
- Suárez, D. (31 de 05 de 2016). *Ningenia*. Recuperado de ¿Qué es la industria 4.0?: <http://www.ningenia.com/2016/05/31/que-es-la-industria-4-0/>
- Vermesan, O. (2014). Internet of Things-From Research and Innovation to Market Deployment. *River Publishers*.
- Whitmore, A., & Agarwal, A. (2014). The Internet of Things—A survey of topics and trends. *Journal of Research and Innovation*, 261-274.
- Yueting, C., Chunyan, M., Sun, B., & Yongqing, C. (2017). Crowd science and engineering: concept and research framework. *International Journal of Crowd Science* , 2-8.