

Industria 4.0 y su inclusión en la educación superior: un estudio de caso

J. Carro Suárez^{1*}, S. Sarmiento Paredes², F. Flores Salazar¹, I. Flores Nava¹, R. Hernández Hernández¹

¹Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Politécnica de Tlaxcala, Avenida Universidad Politécnica No. 1, San Pedro Xalcatzingo Tepeyanco, C.P. 90180 Tlaxcala, México.

²Facultad de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Avenida Ribereña S/N, C.P. 90000 Tlaxcala, México.

*jorge.carro@uptlax.edu.mx

Área de participación: Investigación Educativa

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue identificar qué tecnologías emergentes son determinantes para fortalecer la formación profesional de estudiantes de Ingeniería en la nueva revolución digital conocida como Industria 4.0, considerando como caso de estudio el programa educativo de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Tlaxcala, México. Para tal fin, se diseñó un instrumento de medición y se aplicó a estudiantes próximos a egresar considerando su autopercepción sobre el impacto de diez tecnologías emergentes en la industria actual y en su formación profesional. Con la información recabada, se realizó un análisis estadístico inferencial. Los resultados revelaron la existencia de correlaciones significativas entre tecnologías que se complementan para fortalecer la formación profesional de los estudiantes, por lo que se concluye que es pertinente que en los planes de estudio actuales se incorporen tecnologías y conceptos claves de Industria 4.0 para impulsar el sector educativo superior.

Palabras clave: *Industria 4.0, tecnología digital, Ingeniería.*

Abstract

The aim of the present research was to identify which emergent technologies are determinant to strengthen the professional formation of students of Mechatronic Engineering in the new digital revolution known as Industry 4.0, considering as a case study the Polytechnic University of Tlaxcala, Mexico. For this purpose, a measurement instrument was designed and applied to students close to graduation considering their self-perception on the impact of ten emerging technologies in the current industry and in their professional formation. With the information collected an inferential statistical analysis was carried out. The results revealed the existence of significant correlations between technologies that complement each other to strengthen the professional formation of students, so it is concluded that it is pertinent that current study plans incorporating technologies and key concepts of Industry 4.0 to boost the higher education sector.

Key words: *Industry 4.0, digital technology, Engineering.*

Introducción

El desarrollo tecnológico a través de la historia ha generado un alto impacto en los sistemas de manufactura, desde la máquina de vapor, la producción en masa y la automatización computarizada hasta llegar a lo que hoy se denomina Industria 4.0, reconocida como la cuarta revolución industrial [1]. Este concepto se originó como una estrategia del gobierno de Alemania para promover los procesos digitales y su aplicación en el sector de manufactura [2]. Es considerado como una nueva fase de digitalización basada en la creciente demanda y generación de datos, en el poder de los sistemas computacionales, en la conectividad y en nuevas formas de interacción humano-máquina, con grandes mejoras en la transferencia digital debido a los avances significativos en robótica e impresión 3D [3], cuyo enfoque viene dado hacia la digitalización de productos y servicios, y a la apertura de nuevos modelos de negocios [4].

Esta nueva era digital viene representada por diez tecnologías emergentes que buscan potenciar los procesos de manufactura [5]: el Big Data, como la recopilación y evaluación de datos recabados por equipos y sistemas de producción [6]; robots autónomos para realizar tareas de forma inteligente, segura, flexible, versátil, colaborativa y automática [7]; simulación, para aprovechar el flujo de datos en tiempo real y reflejar el mundo físico en un modelo virtual [6]; integración de sistemas, bajo tres niveles principales: integración horizontal en la red de creación de valor, de extremo a extremo considerando todo el ciclo de vida del producto e integración vertical para sistemas de manufactura en red [8]; internet de las cosas representando una red global de objetos direccionados e interconectados entre sí que se comunican a través de protocolos permitiendo una mayor automatización [9]; ciberseguridad para la protección de sistemas críticos, así como de líneas de producción ante ataques cibernéticos [6]; *cloud computing* (la nube) ante la necesidad de un mayor almacenamiento e intercambio de datos entre organizaciones en tiempos de reacción en milisegundos [6]; manufactura aditiva o impresión 3D, ideal para procesos que requieren la fabricación de geometrías de alta complejidad, difíciles de realizar a través de procesos de manufactura convencionales [10]; realidad virtual/aumentada la cual, consiste en combinar contenidos digitales con contenidos físicos para construir una realidad mixta en tiempo real [11] y manufactura digital como la aplicación en conjunto de Ingeniería Inversa (RE), Diseño Asistido por Computadora (CAD), Ingeniería Asistida por Computadora (CAE) y Manufactura Asistida por Computadora (CAM) para el diseño y fabricación de productos de forma virtual antes de llevarlos al mundo real [5].

Estas tecnologías no sólo han impactado a nivel industrial, sino también han venido a repercutir en el sistema educativo, con la necesidad de incorporar a las instituciones educativas de nivel superior para divulgar el nuevo conocimiento y preparar el recurso humano con las competencias que estas nuevas tecnologías requieren [1]. De acuerdo con Fierro y Díaz [12], la nueva educación debe y tiene que convivir de forma equilibrada con las tecnologías orientadas a los sistemas computacionales como la Robótica, la Inteligencia Artificial, Sistemas Inteligentes, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Big Data y áreas relacionadas con la Inteligencia Emocional, sin olvidar aspectos de conciencia colectiva y socioformación como puntos de unión a través de una colaboración continua.

Grandes empresas en el mundo ya utilizan herramientas digitales para mejorar sus productos y tiempos de respuesta ante un mercado globalizado [13]. Sin embargo, también se enfrentan a la escasez de profesionales altamente calificados con una formación universitaria que se ajuste a los requisitos actuales de Industria 4.0 [14], y con un profundo conocimiento de la interrelación entre componentes mecánicos, electrónicos y computacionales para desarrollar productos innovadores y resolver problemas relacionados con la calidad [15]. Asimismo, en la empresa moderna es importante y necesario dominar todos los bloques involucrados en la producción, por lo que el talento humano debe trabajar en conjunto y no depender de un experto en todas las ciencias, sino en uno que conjugue varias especialidades, como lo es un Ingeniero Mecatrónico [16]. De acuerdo con Kahale [17], la Fundación FP dual Bakia en su boletín No. 2 señala que las áreas de Robótica y Mecatrónica son unas de las profesiones que se requieren principalmente para la cuarta revolución industrial, por lo que su demanda a futuro está garantizada. No obstante, también menciona que la Industria 4.0 estará destinada para aquellas personas altamente calificadas en competencias en ciencias, ingeniería, tecnología y matemáticas de educación universitaria o bien de un perfil técnico procedente de formación profesional superior.

Con base en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar qué tecnologías emergentes son determinantes para fortalecer la formación profesional de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica con un enfoque hacia Industria 4.0, tomando como caso de estudio la Universidad Politécnica de Tlaxcala, México.

Metodología

Diseño de la Investigación

En el presente trabajo se realizó una investigación de tipo cuantitativa, no experimental, transversal y descriptiva para determinar las características de una población específica. Se consideró un estudio de caso para analizar una unidad holística y fortalecer el desarrollo teórico [18].

Instrumento de evaluación y objeto de estudio

Se diseñó un instrumento de 50 reactivos con base en las diez tecnologías emergentes de Industria 4.0. Para su medición se aplicó una medida métrica en intervalos con un orden entre categorías. Asimismo, se aplicó el método de escalamiento Likert, considerando una escala de cinco categorías de respuesta con unidades métricas del 1 al 5, en donde el 1 se especifica como nada determinante, 2 poco determinante, 3 indiferente, 4 determinante y 5 muy determinante.

El instrumento fue validado por juicio de expertos; para tal fin se invitó a seis jueces de amplia trayectoria profesional, expertos en el tema y con reconocimiento por la comunidad académica [19]. Dicho instrumento se aplicó a estudiantes de noveno cuatrimestre del Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Tlaxcala que fue considerada como objeto de estudio. Con el software STATS 2.0 se calculó la muestra con un universo (N) de 148 alumnos matriculados, error máximo permisible del 5%, porcentaje estimado de la muestra del 50% y un nivel de confianza deseado del 95%. Su confiabilidad se calculó empleando el índice de alfa de Cronbach, que es el más utilizado en este tipo de investigaciones [18].

Análisis e interpretación de datos

Con los datos recabados se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con prueba de Tukey para identificar qué tecnologías emergentes de Industria 4.0 son percibidas como determinantes y qué tan significativas son para los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Tlaxcala en su formación profesional.

Posteriormente, ante el requerimiento de identificar la existencia de correlaciones significativas entre los factores de Industria 4.0, se determinó realizar un análisis de correlación Pearson que permitiera identificar qué tecnologías se relacionan entre sí y como puede influir una con respecto a otra para poder complementarse mutuamente, con el fin de determinar áreas de oportunidad que fortalezcan la formación profesional de un estudiante de Ingeniería Mecatrónica en materia de Industria 4.0. El análisis estadístico se realizó empleando Minitab 17® y SPSS 21®.

Resultados y discusión

Confiabilidad del instrumento

La muestra significativa para la aplicación del instrumento de acuerdo con STATS 2.0 fue de 107 estudiantes. No obstante, el instrumento se aplicó a 136 estudiantes, lo que representó el 92% de la población. El resultado de su confiabilidad fue de 0.963, lo que representa una confiabilidad elevada [18].

Análisis de varianza (ANOVA)

El resultado del análisis ANOVA demostró la existencia de diferencias significativas en la percepción de las diez tecnologías emergentes al presentar un valor de $p < 0.000$. Asimismo, con la prueba Tukey se identificaron qué tecnologías presentaron dichas diferencias. En la tabla 1 se muestran los resultados.

Tabla 1. Prueba Tukey para tecnologías emergentes de Industria 4.0

Tecnología	Nivel de determinación ¹
Internet de las cosas	4.42 ± 0.1309 A
Robots Autónomos	4.32 ± 0.1309 A
Manufactura Digital	4.24 ± 0.1309 A B
Simulación	4.14 ± 0.1309 A B C
Big Data	4.13 ± 0.1309 A B C
Manufactura Aditiva	3.96 ± 0.1309 B C D
Ciberseguridad	3.95 ± 0.1309 B C D
Integración de Sistemas	3.92 ± 0.1309 B C D
Realidad Virtual/Aumentada	3.86 ± 0.1309 C D
Cloud Computing	3.70 ± 0.1309 D

¹ Los valores con letras iguales no mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$)
Fuente: elaboración propia con base en resultados obtenidos por Minitab 17®

La prueba Tukey reveló que los estudiantes consideran determinante para su formación profesional contar con capacidades profesionales sobre el Internet de las cosas, los robots autónomos, la manufactura digital, simulación y el big data, ya que estas tecnologías presentan una media superior a 4.0. Asimismo, consideran con tendencia hacia determinante la manufactura aditiva, ciberseguridad, integración de sistemas, realidad virtual/aumentada y *cloud computing* al estar con una media de 3.5 y 4.0.

Se resalta el internet de las cosas con la mayor media de 4.2, debido a que los estudiantes consideran que contar con capacidades sobre instalación, uso y conocimiento sobre sensores y actuadores tiene una tendencia hacia muy determinante. En la actualidad, con la incorporación de sensores en la maquinaria y en todo tipo de procesos se pueden prevenir y anticipar desperfectos, así como generar millones de datos para cuantificar y procesar información valiosa que ayudará a mejorar los procesos productivos. A través del internet de las cosas se realiza una comunicación multidireccional entre máquinas, productos y personas, facilitando la toma de decisiones, ya que por medio de nuevos sensores y actuadores, en combinación con otras tecnologías, se impulsa el desarrollo de máquinas autónomas y sistemas inteligentes en el futuro [20], por lo que es necesario e importante contar con conocimientos y habilidades para interconectar dichos dispositivos en los procesos en conjunto con otros elementos (como robots, drones, maquinaria), así como controlarlos y monitorearlos a través de redes de internet. En contraparte, el manejo de *cloud computing* (la nube) presentó la media más baja con 3.70 y una tendencia hacia determinante, ya que consideran que en su formación sólo es determinante contar con la capacidad de diseñar recursos computacionales (redes, servidores, almacenamiento y apps) para digitalizar procesos, lo que se traducirá en una producción más eficiente y flexible, con costos más bajos y de mejor calidad [21].

Análisis de correlación Pearson

Siguiendo la metodología planteada, en la Tabla 2 se presentan los hallazgos obtenidos por el análisis de correlación Pearson, resaltando las tecnologías que presentaron mayores correlaciones entre sí. El grado de correlación se determinó con base en el criterio de Hernández-Sampieri y Mendoza [18].

Tabla 2. Análisis de correlación Pearson para tecnologías emergentes de Industria 4.0

Tecnologías	Tecnologías correlacionadas (Áreas de oportunidad)	Coefficiente de Pearson (r)	Sig.	Grado de correlación
Simulación	Integración de Sistemas	0.679**	0.000	Moderada
	Ciberseguridad	0.652**	0.000	Moderada
	Big Data	0.638**	0.000	Moderada
	Manufactura Digital	0.633**	0.000	Moderada
	Internet de las Cosas	0.621**	0.000	Moderada
Integración de Sistemas	Ciberseguridad	0.716**	0.000	Moderada
	Manufactura Aditiva	0.686**	0.000	Moderada
	Realidad Virtual/Aumentada	0.685**	0.000	Moderada
	Simulación	0.679**	0.000	Moderada
	Manufactura Digital	0.676**	0.000	Moderada
Ciberseguridad	Big Data	0.636**	0.000	Moderada
	Realidad Virtual/Aumentada	0.788**	0.000	Moderada
	Internet de las Cosas	0.745**	0.000	Moderada
	Integración de Sistemas	0.716**	0.000	Moderada
	Simulación	0.652**	0.000	Moderada
	Cloud Computing	0.642**	0.000	Moderada

Internet de las Cosas	Manufactura Aditiva	0.639**	0.000	Moderada
	Ciberseguridad	0.745**	0.000	Moderada
	Realidad Virtual/Aumentada	0.712**	0.000	Moderada
	Cloud Computing	0.627**	0.000	Moderada
Realidad Virtual/Aumentada	Simulación	0.621**	0.000	Moderada
	Ciberseguridad	0.788**	0.000	Moderada
	Internet de las Cosas	0.712**	0.000	Moderada
	Integración de Sistemas	0.685**	0.000	Moderada
	Cloud Computing	0.673**	0.000	Moderada
	Manufactura Aditiva	0.639**	0.000	Moderada
	Manufactura Digital	0.604**	0.000	Moderada

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia con base en resultados obtenidos por SPSS 21®

Los resultados obtenidos de la correlación Pearson revelaron la importancia que tienen las siguientes tecnologías y cómo pueden fortalecer la formación de un Ingeniero Mecatrónico en la actualidad.

Simulación

Esta tecnología requiere que un Ingeniero Mecatrónico tenga capacidades para simular procesos y líneas de producción, lo cual incluye sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos a través de simuladores virtuales o por medio de algoritmos. No obstante, hay que complementar su formación con capacidades tales como realizar simulaciones para automatizar procesos y maquinaria, diseñar redes de comunicación digitales y de encriptamiento de datos, aplicación de nuevas tecnologías de escaneado y modelado 3D (Ingeniería Inversa) y el monitoreo de dispositivos autónomos en tiempo real, lo que incluye el manejo e interpretación de grandes bancos de datos (Big Data).

Integración de sistemas

En esta tecnología, el Ingeniero Mecatrónico relaciona los procesos de automatización con la gestión del ciclo de vida del producto, los sistemas de planificación de recursos, los sistemas orientados a la ejecución de la fabricación y al diseño de dispositivos inteligentes. Para ello, también se debe tener la capacidad de diseñar sistemas y software de protección por medio de sistemas de visión y biométricos, operar y diseñar software y hardware para impresoras 3D, modelar prototipos, interconectar procesos y maquinaria, y simular su comportamiento en ambientes virtuales, así como administrar, interpretar y analizar datos por medio de software estadístico.

Ciberseguridad

La importancia de diseñar software de protección y encriptamiento de datos, sistemas de visión, vigilancia, identificación y redes de comunicación digitales es de vital importancia en la formación profesional de un Ingeniero Mecatrónico en la actualidad. Asimismo, es vital que esta tecnología se complemente con conocimientos para realizar simulaciones de situaciones reales y/o de prototipos en ambientes virtuales e interconectar, controlar y automatizar procesos críticos en tiempo real y a través del manejo de la nube.

Internet de las Cosas

Además de la capacidad que el Ingeniero Mecatrónico ya presenta en el uso y manejo de sensores y actuadores, de interconectar dispositivos en los procesos, de automatizarlos, controlarlos, monitorearlos y recopilar información a través del uso de internet, también es importante que pueda diseñar sistemas de protección por medio de software o por la nube, y simular todas sus operaciones en ambientes virtuales y en tiempo real.

Realidad virtual/aumentada

Finalmente, hoy en día los ambientes virtuales permiten al Ingeniero Mecatrónico simular procesos, productos y prototipos antes de su fabricación. No obstante, para su seguridad es importante considerar implementar sistemas de visión y biométricos controlados en tiempo real por medio de internet o la nube, automatizarlos por medios tradicionales o dispositivos inteligentes y simular procesos de manufactura aditiva y digital con base en sistemas RE, CAD, CAE y CAM.

Trabajo a futuro

Para dar continuidad a la presente investigación, se plantea realizar un análisis global considerando a los Programas Educativos con los que cuenta la Universidad Politécnica de Tlaxcala que son Ingeniería Industrial, Química, Biotecnología y Tecnologías de la Información, así como en otras instituciones del estado que cuenten con programas académicos de ingeniería para identificar correlaciones significativas que permitan relacionar y determinar capacidades comunes en Industria 4.0 y que sirva de sustento para evolucionar a Industria 5.0

Conclusiones

Los retos a los que se enfrenta un Ingeniero en el futuro son claros, hay que fortalecer las capacidades relacionadas con las plataformas digitales, especialmente, explotar el potencial del Internet de las Cosas y de la nube. Ante un panorama globalizado, la necesidad de comunicarse con cualquier usuario (sea persona o empresa), en cualquier momento y desde dispositivos móviles sin la necesidad de hacerlo en físico es de gran ventaja en la actualidad [21].

Aunque Industria 4.0 es la nueva tendencia para las empresas, su implementación aún requiere atención en temas de seguridad informática ante la necesidad de mantener la integridad de los procesos de producción y el conocimiento industrial contenidos en infinidad de archivos electrónicos generados por dispositivos de automatización [22], lo que conlleva a la necesidad de implementar aspectos claves de Ciberseguridad.

El análisis inferencial reveló la actualidad de la Industria 4.0 desde un punto de vista particular. No obstante, en México el proceso de adopción de la nueva tecnología digital aún es incipiente por la brecha tecnológica, la baja conectividad y la falta de talento, por lo que se requiere que las instancias gubernamentales y educativas trabajen en conjunto para establecer iniciativas que impulsen estas tecnologías emergentes tal como lo menciona Ynzunza y col. [1].

Por último, se destaca la velocidad con la que se está desarrollando la realidad virtual y aumentada, con tecnología de vanguardia que permite visualizar ambientes y entornos virtuales para el desarrollo de proyectos, procesos y productos de una manera sencilla, económica y confiable. En México ya existen empresas que se dedican a implementar y desarrollar esta tecnología [23]. Sin embargo, el sector educativo aún no goza de esos beneficios, por lo que es pertinente considerar su inserción en los programas educativos, especialmente, en los de ingeniería.

Las perspectivas en la industria para un Ingeniero Mecatrónico con conocimientos sobre Industria 4.0 son buenas, ya que estas tecnologías no sólo se enfocan actualmente hacia el sector industrial, sino que cada vez abarcan más campos de aplicación, como el entretenimiento, marketing, medicina, pedagogía y defensa [23].

Aquellas empresas que logren alcanzar la ola de la Industria 4.0, alcanzarán el éxito en sus respectivos sectores, y las que no, sin duda se verán en un serio aprieto en el futuro [24]. Por lo que en esta nueva era digital, los estudiantes de nivel superior deberán desarrollar nuevos talentos y conocimientos, complementando los ya adquiridos para ser parte importante y prevalecer profesionalmente en esta nueva revolución industrial.

Referencias

- [1] C. B. Ynzunza, J.M. Izar, J. G. Bocarando, F. Aguilar and M. Larios, "El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras," *Conciencia Tecnológica*, no. 54, pp. 02-23, 2017.

- [2] T. K. Sung, "Industry 4.0: A Korea perspective," *Technological Forecasting & Social Change*, no. 132, pp. 40-45, 2017.
- [3] J. Lee, E. Lapira, B. Bagheri and H. Kao, "Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment," *Manufacturing Letters*, no. 01, pp. 38-41, 2013.
- [4] F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely and O. Sajdl, "Industry 4.0- An Introduction in the phenomenon," *IFAC PapersOnLine*, vol. 49, no. 25, pp. 08-12, 2016.
- [5] J. Carro, F. Flores, I. Flores and R. Hernández, "Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a design method applying Reverse Engineering," *Revista Ingeniería*, vol. 01, no. 24, pp. 06-28, 2019.
- [6] P. Gerbert, M. Lorenz, M. Rubmann, M. Waldner, J. Justus, P. Engel M. and Harnisch, Industry 4.0: The future of productivity and growth in Manufacturing Industries. Recuperado de: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx 2015
- [7] M. A. K. Bahrin, M. F. Othman, N. H. N. Azli M. F. and Talib, "Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic," *Jurnal Teknologi*, no. 78, pp. 137-143, 2016.
- [8] T. Stock and G. Seliger, "Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0," *13th Global Conference on Sustainable Manufacturing. Decoupling Growth from Resource Use*, no. 40, pp. 536-541, 2016.
- [9] E. Hozdic, "Smart Factory for industry 4.0: a review," *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, vol. 07, no. 01, pp. 28-35, 2015.
- [10] M. Garzón, "Manufactura 3D: su lugar en el futuro de la industria," *Revista Metalmeccánica Internacional*, no. 21, pp. 10-15, 2019.
- [11] Asociación Clúster de Automoción de Navarra [ACAN], "La industria 4.0. Tecnologías habilitadoras," Recuperado de: http://clusterautomocionnavarra.com/wp-content/uploads/2017/10/ACAN-Tecnolog%C3%ADas_habilitadoras.pdf 2017.
- [12] C. R. Fierro and S. A. Diaz, "La cuarta revolución industrial en la educación," Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-cuarta-revolucion-industrial-en-la-educacion> 2017.
- [13] W. Cardoso, W. J. Azzoli, J. F. Bertosse, E. Bassi and E. S. Ponciano, "Digital manufacturing, industry 4.0, cloud computing and thing internet: Brazilian contextualization and reality," *Independent Journal of Management & Production*, vol. 08, no. 02, pp. 459-473, 2017.
- [14] J. L. Del Val, "Industria 4.0: la transformación digital de la industria," Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto. Recuperado de: <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf> 2016.
- [15] S. Erol, A. Jager, P. Hold, K. Ott and W. Sihn, W. "Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future pf production," *6th CLF- 6th CIRP Conference on Learning Factories*, no. 54, pp. 13-18, 2016.
- [16] J. P. Pazmiño and W. P. Quintuña, "La Mecatrónica: sistemas de automatización en serie," *Universitas, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, no. 05, pp. 149-161, 2004.
- [17] D. T. Kahale, "La formación (Española e italiana) en la Industria 4.0," *Labour & Law Issues*, vol. 02, no. 02, pp. 02-30, 2016.
- [18] R. Hernández-Sampieri and C. P. Mendoza, "*Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*," Ciudad de México: McGraw-Hill, 2018.
- [19] J. Escobar-Pérez and A. Cuervo-Martínez, "Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización," *Avances de Medición*, vol. 06, no. 01, pp. 27-36, 2008.
- [20] A. I. Basco, G. Beliz, D. Coatz and P. Garneró, "Industria 4.0 Fabricando el futuro," Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf> 2018.
- [21] L. F. Ortiz, J. D. Fernández, S. Cadavid, and C. J. Gallego, "Computación en la nube: estudio de herramientas orientadas a la Industria 4.0," *Lámpsakos*, no. 20, pp. 68-75, 2018.
- [22] J. Hall, "La internet industrial de las cosas y la industria 4.0 en colada por gravedad," Disponible en: http://www.cmhmfg.com/pdf/SS_2018_Spring_CMH_SP.pdf 2018.
- [23] ProMéxico, "Realidad virtual y aumentada. Usos y aplicaciones," Recuperado de: <http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/templates-new/Publicaciones/Notas/Usos-aplicaciones-realidad-virtual.pdf> 2018.
- [24] J. Hernández, (2018). El impacto de la industria 4.0 para los retos futuros en Ingeniería respecto a la educación. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?El-impacto-de-la-industria-4-0-para-los-retos-futuros-en-Ingenieria-con> 2018.