

La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe

Jaime Humberto Carvajal Rojas, Ph. D.¹

¹Universidad Antonio Nariño, Colombia, decano.fibem@uan.edu.co

Abstract - La integración sinérgica de las tecnologías en la producción y en las ingenierías ha orientado a la Unión Europea a formular la cuarta revolución industrial, también denominada Industry 4.0 y Farm 4.0, que abarca los sistemas productivos tradicionales y modernos. La cuarta revolución industrial, como ocurrió con la tercera, la segunda y la primera impactarán a los sistemas productivos, a los modos de producción y a la educación superior en ingeniería. Este artículo pretende revisar las tecnologías integradas en la cuarta revolución industrial en donde destacan la automatización, la robótica, las tecnologías de información y las tecnologías de telecomunicación, como un todo o como una unidad multidisciplinaria de ingeniería para formular o reformular nuevos instrumentos de producción, nuevos medios de producción, nuevos métodos de producción, y nuevos sistemas productivos, en la ciudad y en el campo, que exigirán nuevos actores para su exitoso y eficiente funcionamiento. La educación superior en este contexto debe actualizar sus perfiles de formación, sus perfiles de los egresados, los diseños curriculares cuyas áreas de formación deben destacar la sinergia entre las mismas, las metodologías de la enseñanza y el aprendizaje, los objetivos de formación generales y específicos que distinguirán nuevas competencias debido a la nueva formación interdisciplinaria por la multidisciplinaria a abordar en la formación profesional. Por tanto, se requerirán nuevos técnicos, nuevos tecnólogos, nuevos profesionales y nueva investigación que desborden los actuales parámetros de educación superior en el ámbito latinoamericano y caribeño.

Keywords - Industria 4.0, Agricultura 4.0, Robotización, Tecnologías de automatización, Tecnologías de Información, Tecnologías de Telecomunicación.

I. INTRODUCCIÓN

La primera revolución industrial (1784) se distingue por la integración de los sistemas de potencia hidráulicos y térmicos a los sistemas de manufactura para el aumento en la producción industrial y ocasiona la creación y desarrollo de los programas de Ingeniería Mecánica. La segunda revolución industrial (1870) implanta las líneas de producción en la planta con reducción en los tiempos de producción y se organiza la producción masiva de productos con características idénticas para su producción por lotes. Y con la generación de la electricidad se diseñan los motores eléctricos como unidades de potencia en los sistemas de manufactura y estimula la creación y desarrollo de programas de Ingeniería Electricista. La tercera revolución industrial (1989) se

caracteriza por el uso intensivo y extensivo de la automatización y robotización de base electrónica con circuitos electrónicos integrados en dispositivos como los microcontroladores, los controladores lógicos programables (PLC Programmables Logics Controllers) y los computadores digitales para ejercer la función de control de procesos. Por tanto, los programas de Ingeniería Electrónica y afines se hacen indispensables. Y la cuarta revolución industrial se revela como la adopción de las Tecnologías de Información y Comunicación (ICT Information and Communication Technology) de todas las funciones en la Fábrica Digital y se transita de la integración holística del hardware a la integración holística de las comunicaciones. Hoy en día, la mecatrónica [1], cuyo producto fundamental es la robótica, es base en la creación de Plataformas de Industria 4.0 porque sugiere la integración física de sistemas electrónicos a sistemas mecánicos y luego la integración de instrumentos, dispositivos, máquinas, procesos y sistemas de manufactura por medio de las ICT hasta la integración total de la Fábrica Digital; de acuerdo al requerimiento específico.

II. METODOLOGÍA

A. Industria 4.0

La Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial es una iniciativa de la investigación en Alemania para implementar la estrategia de alta tecnología 2020 de integración de Sistemas de Control Avanzado con las ICT para permitir la comunicación entre el personal, los productos y los sistemas complejos en la Fábrica Digital. Considerando las tecnologías que se integran los denominados Sistemas Ciber Físicos (CPS Cyber Physical Systems) inducen cambios en los Sistemas de Ingeniería y en la Educación Superior en Ingeniería [2] [3].

La Industria 4.0 también se identifica como un término integrador de las tecnologías en la cadena de valor a los CPS, el Internet de las Cosas (IoT Internet of Things) y el Internet de los servicios. Con implicaciones a tener en cuenta en los planes curriculares de ingeniería, como: Competencias analíticas avanzadas (Big Data), Simulación avanzada y modelado virtual de plantas, Competencias en ingeniería de computación, Habilidades en la Interface Hombre – Máquina, Gestión integrada de control de calidad, de procesos y de productos en lazo cerrado, Optimización de logística y de inventarios, Diseño de manufactura integrada por computador física y virtual, Metodología de Enseñanza / Aprendizaje para

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

la innovación, Diseño curricular flexible, interdisciplinario, inteligente, modular y reconfigurable, Actualización permanente del currículo, Pertinencia del currículo a la evolución de Industria 4.0, y Acreditación internacional del plan curricular [4] [5] [6] [7].

En Industria 4.0 se unifican al menos nueve tecnologías que integradas requieren nuevas competencias profesionales [8]: Big Data: Capacidad de coleccionar, almacenar y analizar grandes cantidades de datos para identificar ineficiencias y cuellos de botella en la producción. Autonomous Robots: Habilidad para interacción Humano – Robot en su espacio de trabajo. Simulation: Capacidad de concebir, modelar, implementar, operar y optimizar productos y procesos en ambientes virtuales. Universal System Integración. Capacidad de Integración física – virtual y horizontal – vertical de todos los sistemas productivos en la Fabrica Digital. Industrial IoT: Habilidad de Conexión industrial de Internet en tiempo real de dispositivos, plantas, oficinas, y compañías para compartir información. Cybersecurity: Habilidad en técnicas de seguridad en Sistemas de Información SI y en Sistemas de Telecomunicación ST. Cloud Computing: Capacidad de computación en la nube de IoT y de Big Data. Additive Manufacturing: Capacidad en Diseño e Impresión en 3D para lotes pequeños y cambios rápidos en los diseños, reducción apilamiento de materiales y bajos costos de transportación. Augmented Reality: Capacidad de Integración de elementos físicos con elementos virtuales para crear una realidad aumentada en tiempo real en la Fabrica Digital.

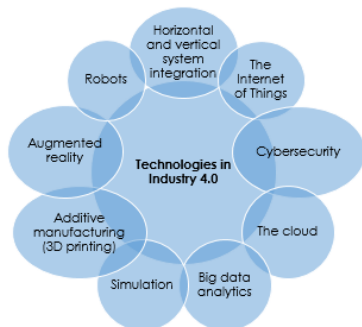


Fig. 1 Tecnologías integradas en Industria 4.0 [8]

La evolución de las aplicaciones de la robótica ha contribuido a la concepción de la Industria 4.0, entre algunas de estas aplicaciones se tienen: producción robotizada interactiva, comportamiento colaborativo de los robots en los sistemas productivos, adaptabilidad de la robótica en la manufactura, flexibilidad de la robótica a diferentes operaciones de manufactura y de manejo de materiales, integración de la robótica en líneas de ensamblaje, seguridad de la robótica en humanos en su ambiente de trabajo, incorporación de inteligencia artificial en los robots industriales, flexibilidad de la configuración y de los elementos terminales de los robots, diseño de robots

personalizados, interacción Humano–Robot, programación Off line y programación On line de robots industriales, programación de robots móviles con dispositivos móviles, entre algunos [9].

La estrategia y su concepto de Industria 4.0 fueron presentados en la Feria de Hanover, Alemania, en 2011 y se difundieron a gran velocidad. La idea es lograr fábricas inteligentes (Smart Factory) que se adapten, rápidamente y en forma autónoma, a las necesidades de los mercados [10]. Su objetivo es integrar a clientes y a proveedores, logrando producir pequeñas series personalizadas en poco tiempo. Para ello, se apoya en la IoT y en los CPS, que relevan datos en forma continua en los diferentes niveles de la producción. Todos los objetos deberán tener etiquetas de radio frecuencia RFID para que puedan comunicarse y monitorearse desde un Computador Digital, desde un teléfono celular o desde un Tablet entre ellos como si fueran seres humanos. Vincula dispositivos, sistemas y servicios entre sí. De donde se infiere que, un sistema mecatrónico es base para la implementación de una Plataforma Industria 4.0.

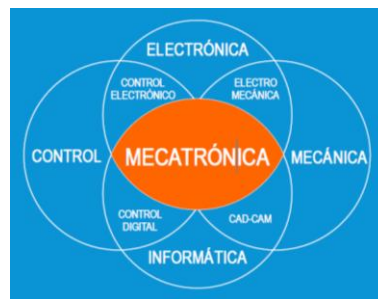


Fig. 2 Ingeniería Mecatrónica [10]

Festo [11] afirma que es decisivo asegurar la evolución de habilidades y capacidades del personal calificado y operarios para los cambios que se presentan en el desarrollo de la implementación de la Industria 4.0 porque se requerirán Especialistas 4.0 con habilidades interdisciplinarias en mecatrónica clásica particularmente en conocimientos en ICT y alto nivel de competencias sociales orientadas a la producción digital. La enseñanza / aprendizaje en la Fabrica Digital se apoyarán en las tecnologías industriales en permanente innovación como: CPS, Identificación por Radio Frecuencia (RFID Radio Frequency Identification) y Comunicaciones de Campo Cercano (NFC Near field communication), Redes de Trabajo Inteligentes horizontales – verticales, Sistemas de monitoreo del estado y consumo de la energía, Robots móviles, entre algunas.

Para el éxito de Industria 4.0 el entrenamiento y la cualificación de los tecnólogos y profesionales universitarios serán adaptados a los nuevos requerimientos de la producción digital. Entre las habilidades requeridas se distinguen: Aplicación de dispositivos móviles como Tablets y Smartphones en la producción; Planeamiento y organización de redes de trabajo de componentes y módulos de sistemas

inteligentes; Integración física de todas las tecnologías en un sistema ERP (ERP Enterprise Resource Planning); Integración virtual de estaciones de producción a través de la Internet. Y entre las capacidades se tienen: Adaptación a los cambios de trabajo en la Fabrica Digital debido a la evolución / innovación de las tecnologías; Análisis, interpretación y evaluación de datos de los procesos; Integración digital de componentes y de módulos dentro de un sistema de comunicaciones complejo; Eliminación de irregularidades en los datos digitales de los procesos; Configuración de parámetros para pedidos de producción personalizados; Implementación y operación de sistemas híbridos.

En Plataformas de Industria 4.0 se descubren al menos las siguientes actividades de trabajo que apuntan a nuevas capacidades y habilidades [12]: Planeamiento estratégico. Enseñanza, entrenamiento y aplicaciones en entornos complejos. Innovación en producción y logística. Diseño de ICT. Composición de CPS Piloto. Modelado de innovación y de negocios. Conocimiento de Marco Legal.

Una Plataforma Industria 4.0 sencilla [13], se puede integrar por un sistema mecatrónico con los siguientes componentes: Un sistema de producción electro neumático, Control con un PLC y un RFID para incrementar la productividad, Operación automática con la ayuda de una ICT computarizada usando conectividad por Internet para simplificar la operación y mejorar la velocidad de operación del sistema.

B. Educación en Industria 4.0

Se describen tres características de la nueva educación en Industria 4.0: (1) Programación científica como el nuevo lenguaje de comunicación entre los ingenieros y entre los ingenieros y las máquinas; (2) Desarrollo empresarial con enfoque en la innovación que facilitará la revolución de las tecnologías sobre la evolución de las tecnologías; y (3) Aprendizaje analítico porque el conocimiento de lo intangible como las señales digitales serán de obligatorio entendimiento en todas las disciplinas [14].

La fundamentación en las disciplinas de ingenierías interdisciplinarias será de obligatorio conocimiento y la integración de fundamentos de dos disciplinas de ingeniería puede generar una función integradora, pero también, puede generar un fundamento con base en la investigación científica, así, la Ley de Faraday es una Ley de integración de fundamentos de mecánica y de fundamentos de electricidad y electrónica, por tanto, la investigación científica y tecnológica serán factores destacados en el nuevo escenario de la Industria 4.0 y en la enseñanza de la ingeniería 4.0.

La interdisciplinariedad de los programas de ingeniería será una imposición. La flexibilidad del aprendizaje de la ingeniería será del dominio de los estudiantes por tanto habrá que facilitarla. La evolución de las tecnologías estará latente en los escenarios de enseñanza y de experimentación y la revolución de las tecnologías será obra de los nuevos Ingenieros 4.0

Los programas de ingeniería serán desarrollados en cooperación con el sector empresarial o las universidades y los empresarios serán socios para el desarrollo de los programas de ingeniería, los planes curriculares serán comprimidos y complementados con pasantías empresariales, los contenidos curriculares se desarrollarán a profundidad complementados con conocimientos sociales, se desarrollarán nuevas capacidades y habilidades pertinentes a la Fabrica Digital, se desarrollarán nuevas metodologías de enseñanza / aprendizaje, se requerirán científicos de la computación y redes de profesionales en varias disciplinas, se implementará la enseñanza e investigación remota, virtual e interactiva, se introducirán nuevas competencias de programación de computadores a nivel técnico, tecnológico y profesional, se implantarán nuevas competencias de programación en dispositivos móviles *m – learning*, el aprendizaje digital e – learning será obligatorio en varios dominios y será permanente, se diseñarán nuevos escenarios de aprendizaje e – learning, se promoverán nuevos métodos didácticos de aprendizaje en e – learning, entre algunas iniciativas. [15] [16] [17] [18] [19].

C. Ingeniería 4.0

En Iberoamérica y el Caribe se verifican ofertas de programas denominados Ingeniería Mecatrónica y afines: España, Portugal, Brasil, México, Argentina, Colombia, Perú, Chile, Ecuador; principalmente. También se verifican programas interdisciplinarios de ingeniería con otras denominaciones similares, que integran dos o más disciplinas básicas de ingeniería. En Brasil alrededor de 186 programas, en México alrededor de 150 programas y en Colombia más de 18 programas. En Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe [20], se afirma la función de la ciencia y la tecnología en la preparación de las transformaciones futuras y discute mutaciones previsibles y su incidencia sobre la educación superior y sobre las sociedades en la región latinoamericana y caribeña. Y se formulan algunas tendencias: los cambios en la estructura estratificada y jerárquica de la ciencia en esta fase de globalización; la nueva convergencia tecnológica, en particular las nanotecnologías, las biociencias y la implementación de las ICT.

En Educación Superior en Iberoamérica, Informe 2016 [21], se define la mundialización de la educación superior como la realidad que conforman una economía mundial cada vez más integrada, la nueva tecnología de la información y las comunicaciones ICT, la aparición de una red internacional de conocimientos, el papel del idioma inglés y otras fuerzas que escapan al control de las instituciones académicas. Por tanto, programas interdisciplinarios como Ingeniería Mecatrónica clásica precisarán incorporar una nueva área de conocimiento fundamentada en las ICT en donde la nueva topología mecatrónica es la CPS de Industria 4.0 configurada por sistemas mecánicos y sistemas eléctricos-electrónicos.

El modelo curricular Iberoamericano es la estructura del Plan de estudios en la mayoría de los programas de ingeniería

en la región, constituidos por: Ciencias básicas entre un 20% y 35%. Ciencias de la ingeniería o tecnologías básicas entre un 20% y 40%. Ingeniería o tecnología aplicada en un rango que va del 35% al 40%. Y Ciencias complementarias entre un 5% a un 20%. En donde la competencia Diseñar es preponderante.

El modelo curricular basado en la Iniciativa CDIO Concebir-Diseñar-Implementar-Operar es la estructura del Plan de estudios en algunos programas de ingeniería en la región. En donde las competencias CDIO son transversales al Plan de estudios. Los dos modelos tienen los mismos componentes de ingeniería: Fundamentos y Aplicaciones. Que es en donde se centra el nuevo modelo Curricular 4.0. En las Figuras a continuación se muestra su similitud.

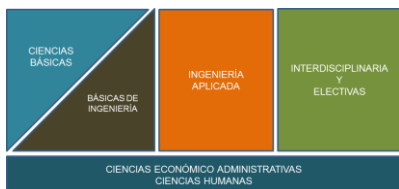


Fig. 3 Diseño curricular Iberoamericano.

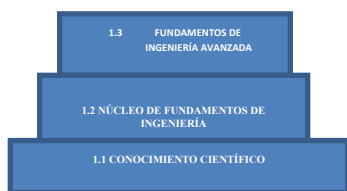


Fig. 4 Iniciativa CDIO

La Taxonomía de Bloom [22] como herramienta fundamental para establecer objetivos de aprendizaje tiene amplia aplicación en los programas de ingeniería para definir los objetivos de enseñanza / aprendizaje en el diseño de los Syllabus. En 2001 fue revisada por uno de sus discípulos quien para cada categoría cambió el uso de sustantivos por verbos. Y recientemente, se actualizó dicha revisión para ponerla a tono con la utilización de las ICT en la enseñanza de la educación [23].

La taxonomía de Bloom en programas de ingeniería clásicos permite el desarrollo en las habilidades del pensamiento, en fundamentación y aplicación de ingeniería, desde un nivel inferior hacia el nivel superior a partir de recordar, siguiendo por comprender, aplicar, analizar, evaluar hasta crear. A estas competencias de formación clásicas es pertinente considerar adicionar competencias de formación de la era digital correspondientes a Industria 4.0 de acuerdo a requerimientos específicos en cada diseño curricular.

Industria 4.0 y su correspondiente Ingeniería 4.0 requiere del establecimiento de estrategias específicas en su evolución como: Crear un núcleo de asignaturas que integre los fundamentos de ICT al nuevo plan curricular. Desarrollar en forma incremental la teoría y la práctica mediante e – learning de las asignaturas de fundamentación y de aplicación. Crear

laboratorios remotos, virtuales e interactivos de enseñanza / aprendizaje / investigación. Crear plan de mejoramiento permanente que registre la evolución de la implementación de las ICT en los contenidos curriculares. Diversificar los escenarios de enseñanza / aprendizaje / investigación en ICT. Entre algunas que se sugieren.

En las Tablas a continuación se proyectan algunas competencias genéricas y específicas en la formación de ingenieros clásicos hacia ingenieros para la Fábrica Digital.

Tabla 1. Competencias genéricas de formación

Competencias clásicas	Competencias ICT
Genéricas: conocer, aprender y aplicar Ciencias Básicas y Ciencias Básicas de Ingeniería para la solución de problemas.	Desarrollar aplicaciones matemáticas con software especialista o e - learning.
Cognitivas: aprender, analizar y discernir desde ciencias básicas y principios básicos de ingeniería disciplinares hasta sistemas complejos interdisciplinarios para solucionar problemas en la sociedad.	Experimentar principios, fundamentos y Leyes de ingeniería en ambiente virtual o e - learning.
Comunicativas: comunicar, comprender y establecer relaciones sociales a través de la comunicación oral y escrita, para desarrollar trabajo en equipo multidisciplinario.	Aprender y emplear Internet y dispositivos móviles en las comunicaciones entre equipos multidisciplinario de trabajo en la Fábrica Digital.
Socio afectivas: fortalecer valores éticos, bioéticos y sociales para convivir en paz en un ambiente de tolerancia, democracia, responsabilidad, y respeto mutuo de los derechos y deberes sociales.	Explorar, seleccionar y utilizar sistemas multimedia de interacción e integración social.
Investigativas: desarrollar el aprendizaje de su disciplina hacia la interdisciplinariedad con base en su participación en grupos de investigación, semilleros de investigación y proyectos periódicos de investigación multidisciplinarios, en un ambiente de investigación institucional y con orientación a la investigación formativa de sus profesores investigadores y aprender a trabajar en equipo.	Adaptarse a trabajo en equipos multidisciplinarios e interdisciplinarios de convergencia de tecnologías en ambientes virtuales, remotos e interactivos.

Tabla 1. Competencias específicas de formación

Competencias clásicas	Competencias ICT
Comprender y aplicar ciencias básicas y principios de Ingeniería para resolver problemas.	Aprender, comprender y aplicar software especialista en la modalidad e- learning.
Modelar y solucionar problemas de Ingeniería mediante el uso de las matemáticas.	Usar MatLab – Simulink o programas afines para solucionar problemas de ingeniería.
Analizar y verificar fenómenos físicos mediante la experimentación.	Analizar y experimentar a través de laboratorios remotos, virtuales e interactivos.
Aplicar la estadística y la probabilidad para analizar e interpretar los resultados de procesos experimentales de ingeniería.	Operar MatLab – Simulink, Mathematics o softwares afines como herramienta e- learning

Diseñar algoritmos y programas de computación para solucionar problemas de ingeniería.	Concebir, diseñar, implementar y operar lógica de programación y computación en estaciones digitales de trabajo y su conexión a redes de comunicaciones.
Concebir y Diseñar componentes, equipos y sistemas con base en los principios de ingeniería.	Concebir, diseñar, implementar y operar herramientas CAD/CAM/CAE/FEA para modelado y simulación de elementos, dispositivos y sistemas de ingeniería..
Examinar, formular y evaluar sistemas convergentes de Ingeniería.	Integración sinérgica de multisistemas por medio de ICT asistidas por computador.
Diseñar, implementar y operar sistemas convergentes de Ingeniería.	Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas complejos de ingeniería por computadores digitales.
Aplicar Ingeniería en áreas multidisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias.	Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas complejos usando ICT integrados por computadores digitales.
Gestionar, formular y ejecutar proyectos de investigación en Ingeniería.	Gestionar y mantener en equipo interdisciplinario sistemas multidisciplinarios de ingeniería en laboratorios virtuales, remotos e interactivos.
Hablar y escribir de acuerdo con las normas gramaticales correspondientes.	Emplear e- learning para aprender, conversar y escribir con normas gramaticales correspondientes.
Aplicar principios de ética y bioética en su desempeño profesional.	Juzgar, valorar y evaluar principios de ética y bioética en ambiente virtual.
Formación profesional en las Instituciones de Educación Superior IES	Formación profesional en las Instituciones de Educación Superior IES con pasantías en las Fabricas Digitales

III. CONCLUSIONES

Es claro que, para cada periodo en donde se impulse por parte del ser humano una revolución industrial se induce como complemento el desarrollo de programas académicos correspondientes a la nueva realidad en las tecnologías. Por tanto, es evidente que al desarrollo de la Industria 4.0 que se caracteriza por la aplicación intensiva, extensiva e integrada de la automatización, de la robotización, de los Sistemas de Información y de los Sistemas de Telecomunicación en los sistemas productivos en la ciudad y el campo se generarán nuevos programas de ingeniería, de tecnología y de técnicas que capaciten a los nuevos profesionales en un ambiente de cooperación universidad-empresa-estado para el bienestar de la sociedad.

REFERENCIAS

[1] Carvajal Rojas, Jaime Humberto. "Revisión y análisis de diseño mecatrónico para diseño curricular transdisciplinario de programas de ingeniería multidisciplinarios", *Scientia e Technica*, Vol. 18 (1), 2013, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

[2] Reiner Anderl. "Industry 4.0 – Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production", *Technological Innovations in the Product*

Development, 19th International Seminar on High Technology (Piracicaba, Brasil October 9th, 2014)

[3] Hightech-Strategy 2020 for Germany <http://www.hightech-strategie.de/en/350.php>

[4] Hermann, M., Pentek, T. and Otto, B. 2015: Design principles for Industrie 4.0 escenarios — A literature review. Technical University, Dortmund. Retrieved from http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf. Accessed on 4 January 2016.

[5] Kagermann, H., Wahlster, W. and Helbig, J. 2013. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Retrieved from

[6] http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Webseite/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf. Accessed on 6 January 2016.

[7] S. M. Sackey and A. Bester. "Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 I a South Africa Context", *South African Journal of Industrial Engineering* December 2016 Vol 27(4), pp 101-114

[8] Michael Rübmann, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch. "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries", APRIL 09, 2015

[9] Mohd Aiman Kamarul Bahrin, Mohd Fauzi Othman, Nor Hayati Nor Azli, Muhamad Farihin Talib. "Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotics", *Jurnal Teknologi* 2016

[10] Eduardo Barlotti. "Industria 4.0 el Internet de las cosas", Editorial, MicroReport, mayo de 2015

[11] Festo Didactic SE. "Qualifications for Industry 4.0", Rechbergstraße 3, 73770 Denkendorf, 2016, did@festo.com, www.festo-didactic.de

[12] Géza Haidegger, PhD., Imre Paniti, PhD., "Industry 4.0 Platform Activities in Hungary, Past – Presents – Plans", *International Scientific Journal. Industry 4.0. ISSUE 1* 2016.

[13] Nitin Sapre, et al. "Study of the industrial automation with new generation mechatronics systems multiple technology – using Industry 4.0", ISSN (PRINT): 2393-8374, (ONLINE): 2394-0697, VOLUME-3, ISSUE-7, 2016

[14] Sabina Jeschke. "Engineering Education for Industry 4.0", *World Engineering Education Forum* 2016, www.ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de

[15] Rainer Würslin. "Integration of Industry 4.0 in Education Programs of German Universities of Applied Science", *Hochschule Esslingen, University of Applied Sciences*. 2015.

[16] Anja Richert and et al. *Educate Engineers for Industry 4.0 Virtual Words and Human – Robots – Team, Empirical Studies towards a new educational age*, 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)

[17] Sasa Cukovic et al. "Engineering Design Education for Industry 4.0: Implementation Augmented Reality Concept in Teaching CAD Courses", *Proceeding of 2016 International Conference on Augmented Reality for Technical Entrepreneurs (ARTE'16)*

[18] Steffen Jaschke. "Mobile Learning Applications for Technical Vocational and Engineering Education: The Use of Competence Snippets in Laboratory Courses and Industry 4.0", 2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)

[19] K. Schuster, K. Groß, R. Vossen, A. Richert, und S. Jeschke, „Preparing for Industry 4.0 – Collaborative Virtual Learning Environments in Engineering Education“, in *Proceedings of the International Conference on E-Learning in the Workplace (ICELW 2015)*; New York, USA, 10-12 June 2015, 2015.

[20] UNESCO 2008. "Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe", *Asociación Colombiana de Universidades y Ministerio de Educación Superior de República Bolivariana de Venezuela*

[21] Brunner José Joaquín. "Educación superior en Iberoamérica", *Informe* 2016, Santiago de Chile

[22] <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3>

[23] Andrew Churches. "Taxonomía de Bloom para la era digital". <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/TaxonomiaBloomDigital.pdf>