

El impacto de la cuarta revolución industrial en el perfil del egresado de ingeniería industrial

The impact of the fourth industrial revolution on the industrial engineering graduate's profile

DOI: 10.46932/sfjdv3n4-093

Received in: April 14th, 2022

Accepted in: June 30th, 2022

Salvador García Ramírez

Profesor de Ingeniería Industrial

Institución: Instituto Tecnológico de Nogales

Dirección: Avenida Instituto Tecnológico, #911, Granja, 84065, Nogales, Son., México

Correo electrónico: garsalvado@gmail.com

Maribel Herrera Velarde

Profesora de ingeniería en Mecatrónica

Institución: Instituto Tecnológico de Nogales

Dirección: Avenida Instituto Tecnológico, #911, Granja, 84065, Nogales, Son., México

Correo electrónico: Maribel_herrera_v@hotmail.com

Yajaira Patricia García López

Profesora de Ingeniería Industrial

Institución: Instituto Tecnológico de Nogales

Dirección: Avenida Instituto Tecnológico, #911, Granja, 84065, Nogales, Son., México

Correo electrónico: Garcia.patricia@itnogales.edu.mx

Angélica María Clemente Pérez

Profesora de Ingeniería Industrial

Institución: Instituto Tecnológico de Nogales

Dirección: Avenida Instituto Tecnológico, #911, Granja, 84065, Nogales, Son., México

Correo electrónico: Aclemente28@live.com.mx

RESUMEN

Esta investigación presenta un análisis del impacto que tiene la cuarta revolución industrial en las habilidades y conocimientos del egresado de la carrera de ingeniería industrial; los cambios que se esperan con los sistemas de manufactura físicos y digitales son la creación de fábricas inteligentes, la robótica avanzada y el uso de nuevos materiales. El desafío de una Institución de Educación Superior es el proveer el conocimiento, habilidades y actitudes a sus egresados para hacer frente al intercambio automático de datos y las capacidades tecnológicas de la manufactura de la industria 4.0. En base a lo anterior se desarrolló una investigación documental de corte exploratorio que fue tomando características descriptivas a medida que se avanzó en el conocimiento de la cuarta revolución industrial que permitió al final de la investigación proponer las herramientas y conocimiento que requiere el ingeniero industrial para desempeñarse en la industria 4.0.

Palabras clave: cuarta revolución, fábrica inteligente, industria 4.0, robótica, Big Data.

ABSTRACT

This research presents an analysis of the impact of the fourth industrial revolution on the skills and knowledge of the industrial engineering graduate; the changes expected with physical and digital manufacturing systems are the creation of smart factories, advanced robotics and the use of new materials. The challenge of a Higher Education Institution is to provide the knowledge, skills and attitudes to its graduates to cope with the automatic data exchange and technological capabilities of manufacturing industry 4.0. Based on the above, an exploratory documentary research was developed, taking descriptive characteristics as the knowledge of the fourth industrial revolution progressed, which allowed at the end of the research to propose the tools and knowledge required by the industrial engineer to perform in industry 4.0.

Keywords: fourth revolution, smart factory, industry 4.0, robotics, Big Data.

1 INTRODUCCIÓN

Yáñez (2017) menciona que: “La primera Revolución marcó el paso de la producción manual a la mecanizada, entre 1760 y 1830; la segunda, alrededor de 1850, trajo la electricidad y permitió la manufactura en masa. Para la tercera hubo que esperar a mediados del siglo XX, con la llegada de la electrónica y la tecnología de la información y las telecomunicaciones”. El plan de estudios de los estudiantes de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Nogales abarca hasta la tercera revolución industrial donde el perfil del egresado menciona que será capaz de: “Analizar, diseñar y gestionar sistemas productivos desde la provisión de insumos hasta la entrega de bienes y servicios, integrándolos con efectividad, además de conocer, seleccionar y aplicar tecnologías de automatización para optimizar procesos productivos”

De igual manera, Schwab (2017) indica que: “Habida cuenta de las diversas definiciones y argumentos académicos utilizados para describir las tres primeras revoluciones industriales, creo que hoy estamos en los albores de una cuarta revolución industrial. Esta comenzó a principios de este siglo y se basa en la revolución digital. Se caracteriza por un internet más ubicuo y móvil, por sensores más pequeños y potentes que son cada vez más baratos, y por la inteligencia artificial y el aprendizaje de la máquina”. En base a la definición mencionada por Schwab, surgió la duda acerca del perfil del egresado que menciona; “el conocer, seleccionar y aplicar tecnologías de automatización para optimizar procesos productivos” y su relación con la cuarta revolución industrial para que el egresado pudiera manejar la inteligencia artificial y los retos que representa las plataformas digitales que trae consigo la cuarta revolución industrial.

Yáñez (2017) precisa que “la cuarta Revolución trae consigo una tendencia a la automatización total de la manufactura y a la creación de redes inteligentes que podrán controlarse a sí mismas, a lo largo de la cadena de valor. Y que esta revolución tecnológica modificará radicalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos”. Tomando de referencia lo anterior, los egresados de la carrera de

ingeniería industrial sí están expuestos a la tecnología básica para poder simular un proceso sencillo de automatización o bien el desarrollar esquemáticos de distribución de planta utilizando los comandos básicos de programas de dibujo, pero no al nivel que menciona Yáñez. Por lo tanto, es importante el desarrollar la investigación exploratoria para determinar el estado que guardan los programas de estudio ingeniería industrial y el reto que se tiene en la cuarta Revolución industrial.

Pero en realidad ¿qué es la cuarta revolución industrial? Joyanes (2017) en la sección del origen, evolución y futuro hace mención que: “la cuarta revolución, conocida comúnmente como industria 4.0, toma su nombre de una iniciativa lanzada en Alemania en 2011, liderada por hombres de negocio, políticos y académicos que la definieron como un medio para aumentar la competitividad de la industria manufacturera (de fabricación) de Alemania a través de la creciente integración de los sistemas ciberfísicos (CPS, Cyber-Physical Systems) en los procesos de fabricación”.

Banda (2015), en su artículo “impacto de la manufactura inteligente en la industria y la academia” menciona que: “Son pocas las universidades que mantienen programas de formación profesional y académica en los campos de control automático, robótica, mecatrónica o sistemas de producción. Al igual que en el caso industrial, el uso de las TI es muy limitado o puntual en el estudio y automatización de sistemas productivos”.

Sánchez (2018) combina la ingeniería industrial y la cuarta revolución al mencionar que: “La ingeniería Industrial es una disciplina relativamente reciente que adopta un enfoque sistémico para resolver diferentes problemas ya sea en relación con la fabricación o servicios. Por otro lado, la Industria 4.0 combina el mundo real de la producción con el mundo virtual de tecnología de la información y la comunicación; por lo tanto, procesos industriales tradicionales son complementados y optimizados por el mundo digital”.

En base a lo expuesto, la finalidad de esta investigación documental es el explorar las características, herramientas, conocimientos, competencias y tendencias de la cuarta revolución industrial y hacer un comparativo con el programa de estudios ofrecido en el Instituto Tecnológico de Nogales y determinar si el egresado tiene las competencias necesarias para poder desempeñarse en una industria 4.0.

Carvajal (2017) en su artículo de investigación “La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe” hace referencia a que en la Industria 4.0 se unifican al menos nueve tecnologías que integradas requieren nuevas competencias profesionales, éstas son: 1) Big Data: Capacidad de coleccionar, almacenar y analizar grandes cantidades de datos para identificar ineficiencias y cuellos de botella en la producción. 2) Autonomous Robots: Habilidad para interacción Humano – Robot en su espacio de trabajo. 3) Simulation: Capacidad de concebir, modelar, implementar, operar y optimizar productos y procesos en ambientes virtuales. 4) Universal System Integración. Capacidad de Integración física – virtual y horizontal – vertical de todos

los sistemas productivos en la Fabrica Digital. 5) Industrial IoT: Habilidad de Conexión industrial de Internet en tiempo real de dispositivos, plantas, oficinas, y compañías para compartir información. 6) Cybersecurity: Habilidad en técnicas de seguridad en Sistemas de Información SI y en Sistemas de Telecomunicación ST. 7) Cloud Computing: Capacidad de computación en la nube de IoT y de Big Data. 8) 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. 9) Augmented Reality: Capacidad de Integración de elementos físicos con elementos virtuales para crear una realidad aumentada en tiempo real en la Fabrica Digital.

Aunado a las nueve tecnologías que requieren nuevas competencias profesionales descritas anteriormente, Yañez (2017), en su libro “La meta es la industria 4.0” indica las interfaces hombre-máquina que tiene lugar en la cuarta revolución industrial que, tendrán un impacto en las competencias de los egresados de ingeniería industrial. Estas interfaces son:

HMI: que significa “Human Machine Interface” que es un dispositivo el cual permite el interfaz entre la persona y la máquina que simplifica la operación de la máquina, incorpora ayudas de programación y ciclos de mecanizado especializados que facilita las labores de mantenimiento, reduciendo tiempos improductivos y suministra información para minimizar el consumo de energía.

MES: como lo describe Yuñez (2017), el sistema MES es una herramienta software que funciona como una extensión del ERP (Enterprise Resource Planning), pero orientado a la planificación y ejecución de la operación el cual aporta las funciones necesarias para la gestión de las áreas clave de la planta, como son las personas, materiales, procesos, calidad y trazabilidad.

Simulación de procesos: Las soluciones de simulación y validación permiten verificar los métodos y los recursos definidos y seleccionados durante la planificación de la fabricación por lo que se puede realizar una fabricación inteligente y rápida gracias a la validación virtual de los procesos de producción, los equipamientos y los sistemas.

Es con base a lo anterior que surge el propósito de este trabajo, el analizar a través de una investigación documental las capacidades, herramientas, técnicas y conocimientos con que un egresado de ingeniería industrial es capaz de cumplir con el perfil requerido por la industria 4.0 y las posibles recomendaciones para equipar al nuevo profesionalista con el paquete de conocimientos y herramientas para poder desempeñarse de manera exitosa en el ambiente laboral de la cuarta revolución industrial.

2 ANÁLISIS CUALITATIVO

La metodología utilizada para la presente investigación fue utilizando el proceso de investigación cualitativa descrita por Hernández (2006), donde en su libro: Metodología de la Investigación, menciona que: “Una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos, materiales y artefactos diversos.

Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio. Prácticamente la mayoría de las personas, grupos, organizaciones, comunidades y sociedades los producen y narran, o delinean sus historias y estatus actuales. Le sirven al investigador cualitativo para conocer los antecedentes de un ambiente, las experiencias, vivencias o situaciones y su funcionamiento cotidiano”.

Con referencia a lo anterior, el investigador utilizó documentos publicados en internet con efectos públicos del plan educativo del Instituto Tecnológico de Nogales y disponibles en la Web. Comparando dicho material con investigaciones localizadas en la Web, Google scholar, investigaciones publicadas y libros de texto con referencia a las características, competencias, tecnología y definiciones de la cuarta revolución.

Del análisis documental desarrollado se elaboró una tabla comparativa donde se plasmó los requerimientos de la cuarta revolución industrial y las competencias de los egresados de ingeniería industrial. En base a lo anterior, se pueden obtener conclusiones para proponer recomendaciones finales.

Hernández (2006) menciona que es fundamental examinar cómo el registro, documento o material "encaja" en el esquema de recolección de los datos. Cuando los participantes proporcionan o elaboran directamente los elementos es necesario efectuarles entrevistas profundas dirigidas a tales elementos (además de las preguntas anteriores, entender la relación y experiencias del individuo con cada objeto o material) y registrar la información de cada documento, artefacto, registro, material u objeto. Por lo tanto, se obtuvieron documentos públicos que se compararon con las características de una empresa inteligente o cuarta revolución.

3 ANÁLISIS COMPARATIVO

Schwab (2017) indica que: “La cuarta revolución industrial no solo está cambiando lo que hacemos, sino quiénes somos. El impacto que tendrá en nosotros como individuos será múltiple, y afectará a nuestra identidad y sus múltiples facetas relacionadas, como nuestro sentido de la privacidad, nuestras ideas acerca de la propiedad, nuestros hábitos de consumo, el tiempo que dedicamos al trabajo y al ocio, y cómo desarrollamos nuestras carreras y cultivamos nuestras destrezas”. Así mismo menciona que el ser humano debe de cambiar para adaptarse a las innovaciones provocadas por la cuarta revolución industrial, desde la biotecnología hasta la inteligencia artificial, están redefiniendo lo que significa ser humano. Están empujando los umbrales actuales de la longevidad, la salud, la cognición y las capacidades de un modo que antes estaba reservado a la ciencia ficción. A medida que progresan el conocimiento y los descubrimientos en estos campos, nuestra voluntad y compromiso de mantener debates éticos y morales son fundamentales. Como seres humanos y animales sociales, tendremos que pensar individual y colectivamente sobre cómo responder a cuestiones como la prolongación de la vida, los bebés de diseño, la extracción de memoria y muchas más.

Yáñez (2017) menciona el papel de Lean en la fábrica del futuro donde indica que la industria 4.0 permite una mayor comprensión de la demanda entre los clientes y poder compartir inmediatamente la información produciendo más rápido, con menos desperdicio y entregar exactamente lo que necesita el cliente. Lo anterior es el objetivo de la manufactura lean tal como se imparte a los estudiantes de ingeniería industrial, por lo tanto, el egresado debe de conservar el principio de la manufactura esbelta aunada a los principios de la manufactura 4.0 que es el convertir las tareas manuales, monótonas y repetitivas en tareas de supervisión y control a través de máquinas inteligentes que se auto regulan y ajustan de manera autónoma para fabricar productos 100% conformes.

Joyanes (2017) hace referencia al científico de datos de la empresa donde desarrolla una gran variedad de actividades desde la ingeniería e infraestructura para la recolección de datos para una mejor toma de decisiones y establecer una comunicación fluida y transparente con el resto de los ingenieros y los diferentes puestos directivos de la empresa. Indica que esta persona debe conocer como extraer el significado e interpretar los datos a través de métodos de estadística, aprendizaje automático, así como buenas relaciones personales y comportamiento humano a la altura de su rol profesional. Por lo tanto, los ingenieros industriales deben de seguir dominando la estadística integrando el manejo del Big data que se menciona en la industria 4.0

Amezquita (2018), en su artículo de investigación “La cuarta revolución industrial y algunas implicaciones en las escuelas de negocios” menciona que el sistema educativo debe reflejar en sus contenidos las tendencias de incorporar en los currículos las competencias para que el egresado pueda desenvolverse en un mundo cada vez más automatizado como el Big data para el manejo de empresas y negocios. De igual manera hace mención que el manejo del talento humano en las nuevas variedades de negocios que están apareciendo impone un replanteamiento de las asignaturas correspondientes. De lo anterior se desprende la necesidad del manejo de datos en forma automatizada sin perder el manejo del talento humano por parte de los egresados de las escuelas de nivel superior como una forma de manejar los procesos de manufactura para el mejoramiento de la organización donde puedan desempeñarse.

Carvajal (2017), en su artículo “La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe” indica tres características de la nueva educación en industria 4.0 que son: “(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”.

Por otro lado, el modelo educativo de los tecnológicos es un referente estratégico para orientar e impulsar las acciones educativas que se suceden en cada una de las instituciones del SNIT, con el fin de convertir en realidad las aspiraciones humanas de superación, así como para conducir la evolución educativa que México demanda en este campo.

Dimensionando el Modelo Educativo Siglo XXI se tiene las tres vertientes para una formación integral mostrada en la tabla 1:

Tabla 1: Dimensionamiento del Modelo Educativo Siglo XXI, elaboración propia

Dimensión	Descripción
Organizacional	Tiene como conectores esenciales la visión y la misión del Sistema, y en cuyo campo, la gestión por procesos y la administración educativa despliegan una perspectiva de excelencia sustentada en el alto desempeño y en el liderazgo transformacional
Académica	Asume los referentes teóricos de la construcción del conocimiento, del aprendizaje significativo y colaborativo, de la mediación y la evaluación efectiva y de la práctica de las habilidades adquiridas, que se inscriben en dos perspectivas psicopedagógicas: sociocultural y estructuralista.
Filosófica	Se centra en la reflexión trascendental del hombre, la realidad, el conocimiento y la educación como componentes que permiten al ser humano –en su etapa de formación académica– identificarse como persona, ciudadano y profesional capaz de participar, con actitud ética, en la construcción de una sociedad democrática, equitativa y justa.

Tomando de referencia el programa de estudios de la carrera de ingeniería industrial se imparten las siguientes materias que pueden tener relación con la industria 4.0 que muestran en la tabla 2

Tabla 2 Materias relacionadas con el perfil de la cuarta revolución industrial, elaboración propia

Materia	Descripción
Sistemas de manufactura:	Para su integración se ha hecho un análisis del sector industrial de las principales aplicaciones tecnológicas en lo que se refiere en materia de manufactura, revisando las principales herramientas en tecnologías blandas y duras que a través del desarrollo industrial se han instrumentado en las organizaciones para ser competitivas y productivas. Cuyo contenido es: 1) Evolución de la manufactura y su impacto en el diseño o selección del sistema 2) Indicadores y parámetros básicos en los sistemas de manufactura. 3) Solución de problemas de manufactura y 4) Análisis de flujo de procesos
Ingeniería de sistemas:	Esta asignatura le permitirá al estudiante conocer uno de los conceptos más importantes que como ingeniero industrial debe comprender y aplicar, que es el enfoque sistémico, con el cual diseñará los procesos y sistemas de los diferentes tipos de organizaciones para que funcionen de una manera más eficaz y eficiente. Cuyo contenido es: 1) La Teoría General de Sistemas. 2) Propiedades y Características de los Sistemas. 3) Taxonomía de los Sistemas. 4) Metodología de los Sistemas Duros y 5) Metodología de los Sistemas Blando (suave)
Simulación:	Esta asignatura aporta al perfil profesional del Ingeniero Industrial la capacidad para simular los sistemas bajo estudio, lo que le da la flexibilidad de variar las condiciones de los fenómenos representados, a través de cambios en los parámetros utilizados, y de efectuar numerosas réplicas de los experimentos para analizarlas mediante las herramientas estadísticas y así fundamentar las propuestas de mejora, diseñadas con un enfoque sistémico y sustentable en un entorno global. Cuyo contenido es: 1) Introducción a los conceptos de simulación. 2) Simulación de Variables Aleatorias. 3) Construcción de Modelos de Simulación, 4) Diseño de la Calidad de la Simulación, 5) Simulación en Hoja de Cálculo y 6) Programa de Cómputo Especial para

	Simulación
Logística y cadena de suministro:	Esta asignatura tiene el propósito de aportar al perfil del egresado de Ingeniería Industrial la capacidad de diseñar, implementar, administrar y mejorar productos, sistemas integrados de producción, abastecimiento y distribución de organizaciones productoras de bienes y servicios empleando tecnología de vanguardia. Cuyo contenido es: 1) Introducción a la logística y cadenas de suministros. 2) Diseño de cadenas de suministro. 3) Operación de bodegas. 4) Sistemas de transporte. 5) La tecnología de la información y 6) Configuración de la red de distribución.

4 CONCLUSION

Los resultados de la investigación demuestran que las tendencias de la cuarta revolución industrial o industria 4.0 en cuanto a Ciencia y Tecnología son:

1. Diseño – impresión 3D
2. Materiales – nanotecnología
3. Tecnología de la información, el internet de las cosas
4. Robótica, equipos autónomos y de simulación

De la investigación realizada se concluye que la cuarta revolución industrial o industria 4.0 hace referencia a tecnologías y conceptos de la organización de la cadena de valor en fábricas inteligentes, que cuentan en su estructura con sistemas ciber físicos (CPS) capaces de monitorear los procesos físicos, crear una copia virtual del mundo real y hacer decisiones descentralizadas. Por lo cual, se espera que los ingenieros industriales sean capaces de interactuar y modelar las cadenas de valor durante el proceso de manufactura.

Además, en la visión de la industria 4.0, las máquinas serán capaces de comunicarse entre sí para recibir o transmitir información y ejecutar acciones; los productos serán inteligentes, ya que, con el uso del Internet de las cosas, muchos sensores en red podrán estar embebidos en dispositivos y máquinas y desplegarán enormes cantidades de datos de diferentes tipos, y el cómputo en la nube proveerá las soluciones para el almacenamiento y procesamiento de estos grandes volúmenes de datos.

De la investigación de los programas ofrecidos en la carrera de ingeniería industrial se observa que existen materias que cubren parcialmente las necesidades y objetivos de la cuarta revolución industrial, sin embargo, para cubrir el perfil requerimiento de los sistemas ciber físicos, la simulación de los procesos, el interactuar con las máquinas a través de sensores y el uso de ANDON como una herramienta de supervisión del desempeño de los procesos.

La investigación realizada demuestra que el manejo de los datos es de gran importancia puesto que la relación hombre-máquina es vital en capturar y almacenar antecedentes e información instantánea y transformarlos en conocimiento útil en la toma de decisiones.

En base a lo anterior se concluye que los ingenieros industriales tienen el concepto de la cuarta revolución industrial y que las materias impartidas cubren parcialmente los requerimientos de la industria

4.0 como el uso de nuevos materiales y el pensamiento sistémico, sin embargo, es necesario profundizar en los conceptos de inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas, equipos autónomos y la impresión 3D.

La cuarta revolución industrial está conduciendo a cambios en la manufactura de las organizaciones y que obligan a los estudiantes de ingeniería industrial a replantearse conceptos y habilidades para poder integrarse de manera eficiente en organizaciones con procesos integrados que reducen en forma sustancial la inversión del capital, tiempo de inspección, manipulación y tiempo de proceso.

Es necesario el desarrollar las competencias en los estudiantes de procesos totalmente programables, el cambio rápido de un producto a otro. La creación de procesos auto dirigidos, la simplificación de herramientas y el proporcionar mayor flexibilidad organizacional.

Se aprecia que la manufactura continuará siendo una empresa humana por lo que las materias como logística de suministro es necesario el incorporar la distribución de insumos distribuidos globalmente por lo que, el relacionarse con el concepto y uso del Big data es recomendable para el uso y manejo de manejo de datos, conectividad y el internet de las cosas que permitan el formar nuevas formas de materiales y productos.

Por último, las materias de simulación, ingeniería de sistemas y sistemas de manufactura deben de incorporar sistemas flexibles y reconfigurables, modelado y simulación de la empresa, tecnología de la información, metodología de mejora de procesos, interfases maquinas-humanos y procesos libres de desperdicio.

REFERENCIAS

Amezquita, P. “La Cuarta revolución industrial y algunas implicaciones en las escuelas de negocio”. Revista Palermo Business Review (en línea), No. 18, 2018, consultado en Internet el 17 de octubre del 2019. Dirección de Internet: https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr18/PBR_18_10.pdf

Banda, H. “Impacto de la Manufactura Inteligente en la Industria y la Academia”. Revista Cordicyt (en línea), consultado por internet el 14 de octubre del 2019. Dirección en Internet: https://www.researchgate.net/publication/283296307_Impacto_de_la_Manufactura_Inteligente_en_la_Industria_y_la_Academia

Carvajal, J., “La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe”. Revista LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology (en Línea), No. 15, 2017, consultado en Internet el 14 de octubre del 2019. Dirección de Internet: http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/work_in_progress/WP386.pdf

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. “Metodología de la Investigación (4ª ed)”. Mc Graw Hill; México, 2006.

Jayanes, L. “La industria 4.0” la cuarta revolución industrial. Alfaomega; México, 2017.

Sanchez J., Dávila, J y Castillo, D. “Industria 4.0 y Tendencias en la Ingeniería Industrial”. Consultado por Internet el 18 de octubre del 2019. Dirección de Internet: https://www.researchgate.net/publication/331517060_INDUSTRIA_40_Y_TENDENCIAS_EN_LA_INGENIERIA_INDUSTRIAL

Schwab, C. “La Cuarta Revolución industrial”. Debate; México, 2017

Tecnológico Nacional de México. Consultado en internet el 17 de octubre del 2019. Dirección de Internet: <https://nme.tepic.tecnm.mx/inicio>

Tecnológico Nacional de México. Consultado en internet el 17 de octubre del 2019. Dirección de Internet: http://tesch.edu.mx/doc/ing_industrial/esp_esbeltos/Reticula%20TECNM%20INDUSTRIAL%20TECNM%20CON%20NUEVA%20ESPECIALIDAD.pdf

Yáñez, F. “La meta es la industria 4.0”. Independently; United Kindom; 2017.