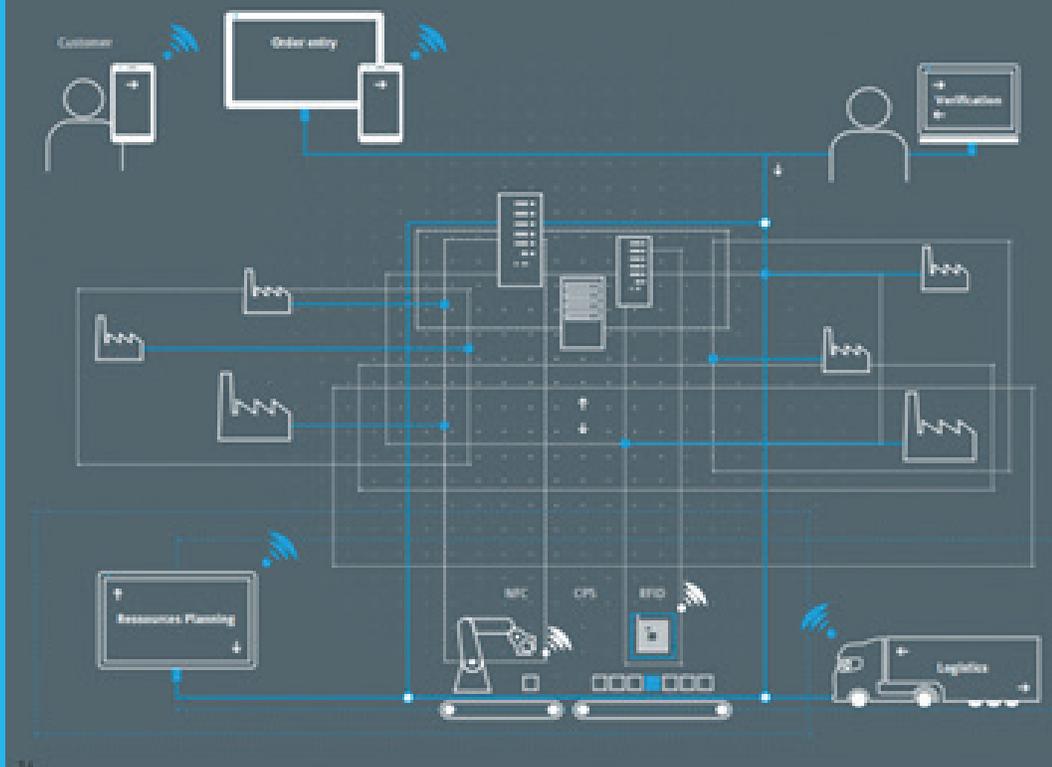


Industria 4.0

Transformación digital, un cambio en el que participamos todos

Marcela Meneses-Guzmán*
 mameneses@tec.ac.cr
 Juan Bautista Hernández-Granados



Fuente: Festo.

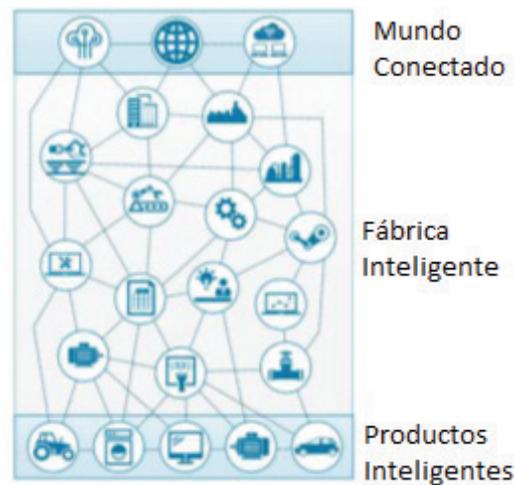
Palabras clave:

Tecnologías físicas, tecnologías digitales, industria 4.0, transformación digital, sistemas ciber-físicos, cibertización, industria inteligente, cuarta revolución industrial, tecnología inteligente.

Las tecnologías físicas y digitales están creciendo juntas. Modernas tecnologías de la computación, almacenamiento y comunicación se están fusionando con los procesos industriales clásicos para permitir la creación de una empresa digital que no solo está interconectada, sino que también es capaz de tomar decisiones inteligentes en forma autónoma. Estos son los llamados sistemas ciber-físicos (CPS), los cuales trabajan en forma independiente, en conjunto, formando ecosistemas, con servicios remotos de almacenamiento y gestión de datos.

Industria 4.0 es un concepto en evolución, que nace en Europa y es utilizado para discutir justamente este cambio hacia la *cibertización*, una transformación hacia la digitalización; la idea final es lograr fábricas/industrias inteligentes o "Smart Factory", que se adapten rápidamente y en forma autónoma a las necesidades de los mercados. Las funciones y sistemas de comunicación de una industria con estas características

están repartidas entre todos los eslabones de la cadena de la organización, los cuales son flexibles; el producto en sí es parte de toda la red de interacción, como se observa en la siguiente imagen.



Fuente: Festo.

En los Estados Unidos utilizan el término "red de suministro digital" para referirse a este tema, donde el enfoque se centra en una evolución digital holística.

Lo cierto es que Industria 4.0 es la cuarta de una serie de revoluciones industriales; la primera introdujo los equipos mecánicos impulsados por agua y energía de vapor a la industria; la segunda, la producción en masa impulsada por el uso de energía eléctrica y el

concepto de división del trabajo; y la tercera, por la producción automatizada gracias al uso de la electrónica y la informática.

La cuarta revolución se caracteriza por las múltiples formas en que la tecnología conectada se integra con organizaciones, personas y activos para -luego de procesar información- orientar la acción inteligente. El salto de la tercera a la cuarta revolución industrial, por la creciente digitalización

e intercambio de grandes volúmenes de información a través de Internet, es enorme en cuanto a la velocidad, el alcance, el coste y el impacto en los sistemas de trabajo. Por esto es una revolución, por su capacidad para transformar economías, trabajos e incluso la sociedad misma, lo que presenta el reto de cambiar la forma en cómo pensamos, entrenamos y trabajamos usando datos para crear valor a partir de los hallazgos obtenidos mediante tecnologías avanzadas.

La Industria 4.0 normalmente se define con base en tecnologías que conforman lo que se denominaría la *tecnología inteligente*, entre las que destacan:

- **Internet de las Cosas (IoT)**, que se refiere a la interconexión digital de objetos con Internet, permitiendo la descentralización del análisis y la toma de decisiones en tiempo real.
- **Computación en la nube**, que involucra todo tipo de servicios de computación a través de la red permitiendo el intercambio de datos con tiempos de reacción muy cortos. Como resultado, los datos y la funcionalidad de las máquinas se implementarán cada vez más en la nube, permitiendo más servicios basados en datos para los sistemas de producción.
- **Ciberseguridad**. Con el aumento de la conectividad y el uso de protocolos de comunicaciones surge la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación; un ejemplo de esta tecnología es la *blockchain*, o cadena de bloques, que se basa en una serie de registros consensuados distribuidos en varios nodos de una red.
- **Análisis de datos y Big data**. Se refiere a la recopilación y la evaluación integral de datos de muchas fuentes diferentes, como equipos y sistemas de producción, así como sistemas de gestión de empresas y clientes, para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.
- **Robots autónomos**, que interactúan, trabajan de manera segura al lado de los humanos y aprenden de ellos.

➤ **Simulación**. En un contexto de operaciones de la planta se usa para reflejar el mundo físico en un modelo virtual que puede incluir máquinas, productos y personas; esto permitirá a los operadores probar y optimizar la configuración de la máquina para el próximo producto en línea en el mundo virtual antes del cambio físico, reduciendo así los tiempos de configuración de la máquina y aumentando la calidad.

➤ **Manufactura aditiva**, como por ejemplo la impresión 3D. Se utiliza principalmente para crear prototipos y producir componentes individuales. Se prevé su utilización para producir lotes pequeños de productos personalizados que ofrecen ventajas de construcción, como diseños complejos y livianos.

➤ **Integración vertical y horizontal**. Se refiere a la integración mediante redes universales de datos entre empresas, departamentos, funciones y tareas que evolucionan y permiten cadenas de valor verdaderamente automatizadas.

¿Por qué importa la industria 4.0?

Las nuevas presiones y demandas que trae esta evolución de tecnologías se sienten en todos los niveles de la sociedad, toca todo en nuestra vida diaria; poco a poco evolucionan como sistemas de nodos que conectan el Internet de las cosas con el Internet de las personas y de los servicios. A escala organizacional, por ejemplo, impacta no solo a la cadena de suministro, fabricación y operaciones comerciales, sino a clientes, consumidores, empleados y otras partes del sistema empresarial de todas las industrias y sectores.

¿Cómo se logra esta transformación?

La Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura de la Escuela de Ingeniería en Producción Industrial del TEC está trabajando con *FestoDidactic* en una serie de talleres de aprendizaje práctico destinado a participantes que desean entender cómo implementar el nuevo modelo de organización y control de la cadena de valor basado en las tecnologías de la información.

En estos talleres, FestoDidactic señala que la estrategia que decidan las organizaciones para la implementación o alineamiento de estas tendencias debe pasar por un proceso de reflexión en forma individual; deben evaluar cómo esta evolución puede afectar a su negocio; qué consecuencias, costes, beneficios y oportunidades les proporcionaría la digitalización de sus productos, servicios y modelo de negocio; deben identificar cuáles tecnologías pueden ayudarles en cada caso a acercarse a sus objetivos y cómo integrarlas a su quehacer.

Recomienda iniciar con la evaluación de la madurez digital de la organización, para entender lo que podría ser factible realizar con los recursos disponibles y qué pasos se deben tomar para construir las capacidades tecnológicas necesarias con estos, frente a los nuevos recursos que podrían necesitar para llegar más allá del alcance actual.

La finalidad de los talleres realizados durante el 2019, y de los que continuarán en el 2020, es entregar una metodología de trabajo que permita dar el primer paso y a su vez motivar a que las organizaciones encuentren su propia definición de industria 4.0, comprendan la utilidad que este enfoque puede tener para su propia empresa y puedan estimar las implicancias financieras de este proceso.

Es importante reconocer que la implementación del enfoque de Industria 4.0 en una organización no está formada necesariamente por nuevas tecnologías emergentes, porque muchas de las tecnologías que puede utilizar existen desde hace años y probablemente están en la empresa; por ello, se debe pensar más en la transición hacia nuevos sistemas construidos sobre una infraestructura digital. Cada empresa tendrá la necesidad de desarrollar su propia plataforma digital que incluya máquinas, sistemas de automatización y herramientas de software, con la finalidad de explotar los datos recopilados para hacer predicciones útiles. Mediante la planificación de esta transición se decidirá dónde, en qué y cómo invertir en nuevas tecnologías e identificar cuáles podrían satisfacer mejor sus necesidades actuales y futuras. Junto a estos planes de acción deben desarrollarse

las competencias necesarias que aseguren poder alcanzarlos.

Implicaciones para la universidad

Debido al amplio espectro que la Industria 4.0 considera, su implementación a escala sectorial y de país difícilmente puede ser llevada a cabo en forma individual por las empresas; se necesita de un entorno cooperativo entre organizaciones privadas y públicas, algunas de ellas con capacidad para la organización y cohesión de todos los participantes, pymes innovadoras e investigación conjunta entre empresas y universidades, entre otros. En este contexto, el rol de las universidades es decisivo en la generación de habilidades y capacidades de la formación profesional y de la fuerza laboral en general que el país necesite para enfrentar los retos de esta revolución.

En definitiva, las habilidades que se necesitan -y que son siempre de mayor demanda- son interdisciplinarias, que unan conocimientos clásicos con la automatización, la robótica, las tecnologías de información y las tecnologías de telecomunicación; esto, para mecanizar muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos y la generación de arquitecturas de comunicación, que permitan la integración de estas operaciones, especialmente las que tienen que ver con la

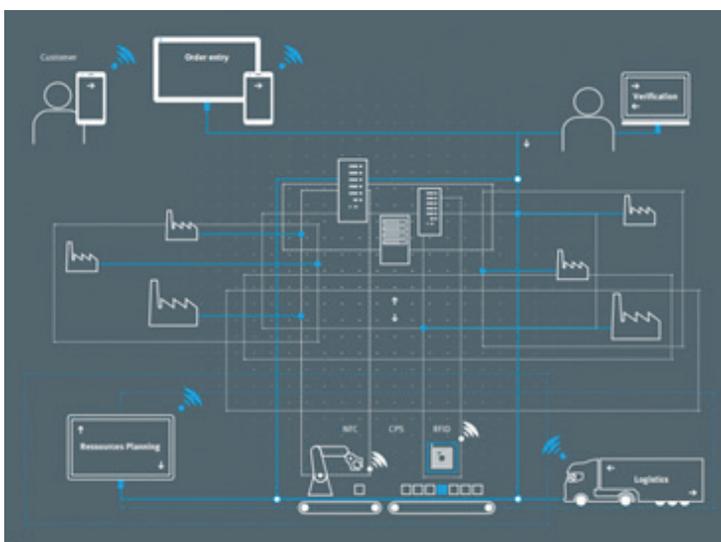
producción, la logística, el inventario, los envíos, los recursos humanos y las finanzas. Sin duda se requerirán científicos de la computación, pero también redes de profesionales en varias disciplinas con capacidades técnicas requeridas, pero además con otro tipo de habilidades blandas como disponibilidad de adaptación a los cambios de trabajo; de comunicación; de trabajo en equipo; trabajo colaborativo; destrezas para el análisis, interpretación y evaluación de datos de los procesos; y entrenamiento y adaptación a entornos complejos, entre otras.

Sin ser exhaustivos, las implicaciones de este tema sobre los planes curriculares de ingeniería sugieren la interdisciplinariedad y flexibilidad; competencias en analítica avanzada, simulación avanzada y modelado virtual de plantas; competencias en ingeniería de computación; habilidades en la interface hombre-máquina; gestión integrada de procesos y de productos, de la gestión de la calidad, optimización de logística y de inventarios; innovación en producción, logística y de negocios; y diseño de manufactura integrada por computador física y virtual, entre otras.

En definitiva, es un gran reto para todos los universitarios, lo que nos obliga a la actualización constante y a la innovación de nuestra metodología de enseñanza. ■

*Marcela Meneses-Guzmán es profesora e investigadora de la Escuela de Ingeniería en Producción Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Tiene un PhD en manufactura y sistemas de producción del Politécnico de Milano en Italia y es máster en economía e ingeniería de la calidad de la Universidad de los Estudios de Florencia en Italia.

Juan Bautista Hernández-Granados es profesor de la Escuela de Ingeniería en Producción Industrial del TEC. Tiene una maestría en sistemas modernos de manufactura y es coordinador de la Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura.



Fuente: Festo.



Fuente: Festo.