

Gabriela Dutrénit

## Presentación

# Nuevas tecnologías, industria 4.0 y sociedad

Estamos viviendo cambios tecnológicos acelerados que afectan a la producción y los servicios. Este proceso se caracteriza por una rápida dinámica de innovación, la convergencia de múltiples tecnologías en lo que se denomina sistemas ciberfísicos y la evolución de las plantas productivas hacia fábricas inteligentes. Las nuevas tecnologías incluyen: *software*, internet de las cosas, *big data*, sensores inteligentes, inteligencia artificial, robots, *clouding* e impresión 3D; éstas, en combinación, permiten tener sistemas inteligentes y autónomos que utilizan algoritmos basados en computadoras para monitorear y controlar cosas físicas, como maquinaria, robots y vehículos. Así, en las plantas productivas se puede generar información en tiempo real que sirve de apoyo a la toma de decisiones.

Sin embargo, como en todas las revoluciones industriales, las transformaciones no se dan sólo en el ámbito tecnológico, sino que tienen fuertes impactos en la sociedad, de manera particular en las formas de relacionarnos, adquirir información y tomar decisiones, así como en las ocupaciones, habilidades y el tipo de formación que nos prepara para este nuevo contexto. Como todo proceso en marcha, aún hay diferencias en el uso de los conceptos. Por ejemplo, ha emergido el término de industria 4.0, asociado a cuando toda la cadena de suministro es “inteligente” –desde la fabricación, hasta el almacenamiento y la logística–; en otras palabras, se refiere a cuando la producción está interconectada con la planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés).

¿Dónde está México? En términos de la creación, uso e implementación de tecnologías 4.0 (ONUFI, 2020), se ubica entre las economías involucradas

activamente en la importación de las nuevas tecnologías, pues se compran grandes volúmenes en los mercados internacionales, sobre todo por nuestra participación en las cadenas globales de valor (véase el artículo “Industria 4.0: ¿una nueva revolución tecnológica?” en este número). En 2021 México fue el noveno importador de robots industriales en el mundo, con 5 400 unidades importadas, e incluso se comenzaron a producir y exportar algunas unidades. No obstante, se mantiene un gran atraso en el uso de la *big data* generada por la introducción de la industria 4.0 y los robots.

En general, en la mayoría de los países coexisten empresas e industrias de todas las revoluciones tecnológicas, y hay una fuerte heterogeneidad entre industrias, entre empresas grandes, pequeñas y medianas, e incluso entre plantas en una misma empresa o grupo. Sin duda, la adopción de nuevas tecnologías implica una innovación, tanto de los procesos, a partir de la adquisición de equipos y *software*, como también de los productos en las empresas que los adoptan. Se requieren entonces nuevas habilidades para la implementación y creación de estas tecnologías, mediante la continua capacitación para el desarrollo del personal en dichas empresas.

Estamos en un proceso de cambio que tendrá grandes impactos en la industria, los servicios y la sociedad. Sin duda, la política pública, en especial de ciencia, tecnología e innovación, industrial, laboral y de educación, debería contribuir a este proceso de cambio, para que México se posicione mejor y aproveche algunas oportunidades que se le abren. Por ello, en este número temático hemos convocado a un grupo de especialistas que estudian estos procesos

de cambio desde las ciencias sociales, lo que permite reflexionar en torno a los múltiples efectos de las nuevas tecnologías en la producción y en la sociedad.

El artículo de Maribel García Barrientos y Alexandre Oliveira Vera-Cruz nos introduce en el tema, pues caracteriza a la industria 4.0 y sus tecnologías, discute los argumentos existentes sobre si estamos o no en una Cuarta Revolución Industrial y describe algunas aplicaciones en el sector industrial. Por otra parte, Mónica Casalet y Federico Stezano posicionan el tema de la introducción de la industria 4.0 en el marco de la disputa de liderazgos tecnológicos globales entre los países industrializados. Así, analizan algunos rasgos comunes que se han observado en los procesos nacionales de digitalización: 1) la articulación nacional de las políticas y su vinculación con una visión de desarrollo económico; 2) un énfasis en la digitalización productiva desde el impulso a las capacidades, y 3) una orientación de políticas y programas hacia nuevas formas organizacionales público-privadas que resaltan el papel de la formación de trabajadores y empresas para la adopción de las tecnologías digitales avanzadas. En este marco, reflexionan acerca de las oportunidades y los desafíos para México.

Las nuevas tecnologías permiten incidir en diferentes ámbitos de nuestra vida. Adolfo Guzmán Arenas se centra en algunas innovaciones específicas asociadas al uso de la inteligencia artificial y la ciencia de datos en diferentes sectores de actividad, como la agricultura, la salud, el comercio y las ciudades. Como ejemplos están la colocación de sensores y actuadores en los campos de cultivo para su mejor irrigación, fertilización y cuidado, o bien el uso de la ciencia de datos y la analítica predictiva para predecir propiedades terapéuticas y efectos secundarios de nuevas sustancias (análisis *in silico*), antes de probarlas en el laboratorio (*in vitro*) y en sujetos vivos (*in vivo*), entre otras aplicaciones. También reflexiona en qué medida los robots nos van a reemplazar.

Claudia Schatan relaciona las potencialidades de la industria 4.0 con la existencia de redes celulares de última generación, hoy 5G. En su artículo, argumenta que el avance de la industria 4.0 requiere de una digitalización y conectividad cada vez más ágil y sofisticada, debido a que se necesita procesar en tiempo real y

proteger una enorme cantidad de información que se genera en este proceso, lo cual demanda inversiones nacionales en infraestructura de telecomunicaciones.

La introducción de la industria 4.0 en el sector productivo ha sido desigual. Entre las causas de la heterogeneidad se encuentra el tamaño de las empresas y el sector en el que se desenvuelven. El artículo de Adriana Martínez Martínez se enfoca en los beneficios y retos de implementar una estrategia de transformación digital para construir ventajas competitivas en las pequeñas y medianas empresas (pymes). Entre otros retos, destaca: la necesidad de nuevos perfiles laborales de especialistas con multihabilidades, el reentrenamiento de los trabajadores actuales y la construcción de una infraestructura en red.

A partir de estudios de caso, José Luis Sampedro H. y Salvador Tapia presentan evidencia de cómo dos empresas han construido capacidades dinámicas para diseñar, desarrollar e implementar soluciones digitales en los procesos de manufactura, destinadas a avanzar en la introducción de tecnologías de la industria 4.0. Destacan cómo las empresas tienen diferentes capacidades y estrategias, una más reactiva y la otra más activa, pero ambas a partir de esfuerzos importantes para adaptarse a entornos de rápido cambio tecnológico y lograr mejores ventajas competitivas.

En el mundo ya hay evidencia del impacto de las nuevas tecnologías y de la introducción de la industria 4.0 sobre los niveles de empleo, las ocupaciones y las habilidades requeridas; pero en México, la evidencia existente es aún limitada. El artículo de Alfredo Hualde Alfaro reflexiona acerca de los cambios en el trabajo y el empleo inducidos por la digitalización y la automatización, así como sobre las formas de regulación de los trabajos que son posibles. Por último, José Luis Solleiro analiza el tema de la política industrial requerida para impulsar la transformación digital. Describe algunas experiencias internacionales para inducir una transformación estructural, con incentivos para la adopción de las nuevas tecnologías, la formación y capacitación de recursos humanos y el impulso al gobierno electrónico. También presenta una reflexión sobre el avance de la digitalización en México y los retos que supone para una política industrial que impulse estos procesos.