

# La Ingeniería ante el Despuntar de la Cuarta Revolución Industrial

Dr. Víctor Manuel López López



22

TECNO·CULTURA · 46

Acerca del autor...

<sup>1</sup> Doctor  
victorlopez@ai.org.mx

## Resumen

La llamada cuarta revolución industrial (4RI) se caracteriza por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas; tales como la robótica, el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la nanotecnología, la ciencia de los materiales, la impresión 3D, entre muchas otras.



Estos cambios tecnológicos rápidos y amplios, anuncian que cambiará el mundo tal como lo conocemos hoy día y que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos, según Klaus Schwab, fundador y director del Foro Económico Mundial, quien los divide en mega tendencias digitales, biológicas y físicas, los cuales están intensamente interrelacionados.

La primera revolución industrial surgió con la invención del motor a vapor y el ferrocarril, en la segunda mitad del siglo XVIII, y con este despuntar mecánico se inició el uso de combustibles fósiles, que actualmente continúan saturando la atmósfera con gases nocivos que han cambiado los patrones climáticos del planeta. La segunda revolución industrial se puede ubicar a finales del siglo XIX y la primera parte del siglo XX, caracterizada por el arribo de la electricidad, las cadenas de montaje de la industria pesada y la producción en masa. La tercera revolución industrial se ubica a inicios de la década de 1960, con el desarrollo de las computadoras personales y la informática, así como con la aparición masiva de internet a finales del siglo pasado.

Los cambios tecnológicos que se suceden hoy día, no son solo un acoplamiento con los de la tercera revolución, sino una nueva revolución industrial en sí misma, que propiciará efectos perturbadores.

## **Abstract**

*The rapid advances in technology of nowadays are changing the way we live and work. Klaus Schwab, founder and CEO of World Economic Forum is a promoter of the fourth industrial revolution (4IR) idea, which is characterized by the fusion of technologies related to digital, physical, and biological areas that emerge in a number of fields, including artificial intelligence (AI), 3D printing, robotics, nanotechnology, the internet of things, autonomous vehicles, biotechnology, quantum computing, among others.*

*The 1<sup>st</sup> industrial revolution triggered by the invention of the steam engine and the construction of railroads ushered in mechanical production. The 2<sup>nd</sup> industrial*



*revolution characterized by mass production was fostered by the advent of electricity and the assembly line, meanwhile in the 3<sup>rd</sup> industrial revolution were developed personal computing, semiconductor, the internet.*

*The 4IR is expected to see the heavy implementation of technologies with a high potential of disruptive effects.*

**Palabras clave:** Revolución industrial, tecnología, ingeniería, Foro Económico Mundial.

La magnitud, alcance y velocidad de los impresionantes avances tecnológicos que están ocurriendo en la etapa planetaria en la cual nos ha tocado vivir, tales como la robótica, el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial, la nanotecnología, la analítica de datos (big data y data analytics), la ciencia de los materiales, la impresión 3D, entre muchos otros, son indicativo de que estamos en los albores de una nueva era tecnológica, a la que algunos no dudan en denominarla la Cuarta Revolución Industrial (4RI), que ha iniciado con el presente siglo XXI y se basa principalmente en el movimiento digital mundial. Derivado de estas tecnologías emergentes, el 85% de los empleos que se tendrán por el año de 2030 aún no se han inventado.

La primera revolución industrial surgió con las invenciones del motor a vapor y el ferrocarril, en la segunda mitad del siglo XVIII, y con ese despegar mecánico se inició el uso masivo de combustibles fósiles, que hoy día continúan saturando la atmósfera con gases nocivos que han cambiado la composición del aire que respiramos y los patrones climáticos del planeta. La segunda revolución industrial se puede ubicar a finales del siglo XIX y la primera parte del siglo XX, caracterizada por el arribo de la electricidad, las cadenas de montaje de la industria pesada y la producción en masa. La tercera revolución industrial se advirtió con fuerza en la década de 1960, con el desarrollo de la informática y las computadoras personales, así como con la aparición y uso masivo de internet a finales del siglo pasado.

Todas estas transformaciones indudablemente han cambiado la historia de la humanidad. Y en cuanto a las innovaciones tecnológicas aplicadas que se viven hoy día, no son solo un acoplamiento con la tercera revolución, sino una nueva revolución industrial en sí misma.

Además de la velocidad y amplitud mencionadas al inicio, la 4RI integra y armoniza multitud de descubrimientos y disciplinas diferentes entre sí. Esos nuevos desarrollos tienen en común el aprovechamiento de la digitalización y de las tecnologías de la información. Los robots avanzados, por ejemplo, no existirían sin los avances de la potencia de cómputo y de la inteligencia artificial.

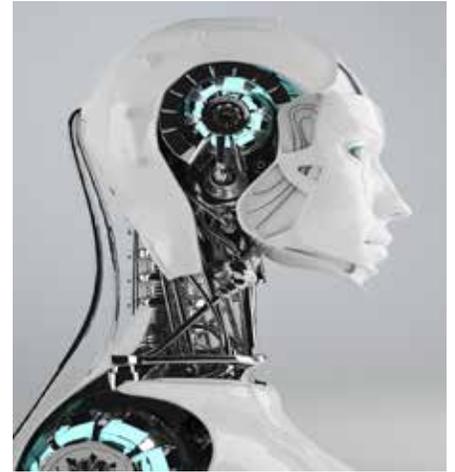
Esos son algunos de los impulsores de la 4RI, a los que Klaus Schwab, fundador y director del *World Economic Forum* (Foro Económico Mundial), divide en mega tendencias digitales, biológicas y físicas, las cuales están intensamente interrelacionadas (Schwab, 2017).

Para el caso de este reducido artículo para la Revista *Tecnocultura*, el análisis solo se hace en torno a las mega tendencias físicas, que se manifiestan tangible o

ingenierilmente a través de los vehículos autónomos, la robótica avanzada, los nuevos materiales y la impresión 3D.

Actualmente, una novedad para el gran público de nuestro medio, es la circulación de automóviles sin chofer, pero se sabe de varias ciudades donde los trenes urbanos circulan sin conductor, así como camiones, barcos y drones que también son autónomos, por lo que en los países desarrollados ya no es tanto una novedad ni siquiera para los niños.

Hoy día los robots son ampliamente utilizados en la industria automotriz, agricultura, enfermería, labores del hogar, y hace unos tres meses el científico Iroshi Ishiguro (Universidad de Osaka) visitó el Instituto Politécnico Nacional para presentar a Geminoid, un humanoide que es copia de él mismo, el cual incorpora métodos de ingeniería, neurociencia y ciencia cognitiva, lo que en el futuro próximo permitirá que este tipo de humanoides se comporten como amigos, maestros, enfermeros, asistentes de servicio y un largo etcétera.



En estos preludios revolucionarios de las tecnologías, que seguramente propiciarán algunas resistencias, exaltaciones y esfuerzos de adaptación, las Ingenierías tendrán un papel protagónico para el progreso. Las mega tendencias aludidas se relacionan con nuevos materiales que hasta hace pocos años ni siquiera se imaginaban, muchos de los cuales ya están llegando al mercado y otros más están en avanzadas etapas de investigación (Schwab, 2018).

Por ejemplo, existen metales con “memoria” que se transforman, limpian o autoreparan para volver a su forma original en caso de requerirse; los polímeros termoestables son regenerativos por diseño y se inscriben en la llamada economía circular (minimizar y usar sustentablemente los materiales); se pueden adquirir y colocar ventanas inteligentes que autoregulan la cantidad de calor o luz e incluso generan electricidad; el grafeno es un nanomaterial que es unas 200 veces más fuerte que el acero y es un conductor muy eficiente de electricidad y calor, por lo cual se espera que en el mediano plazo tenga un alto impacto en la industria de la construcción.

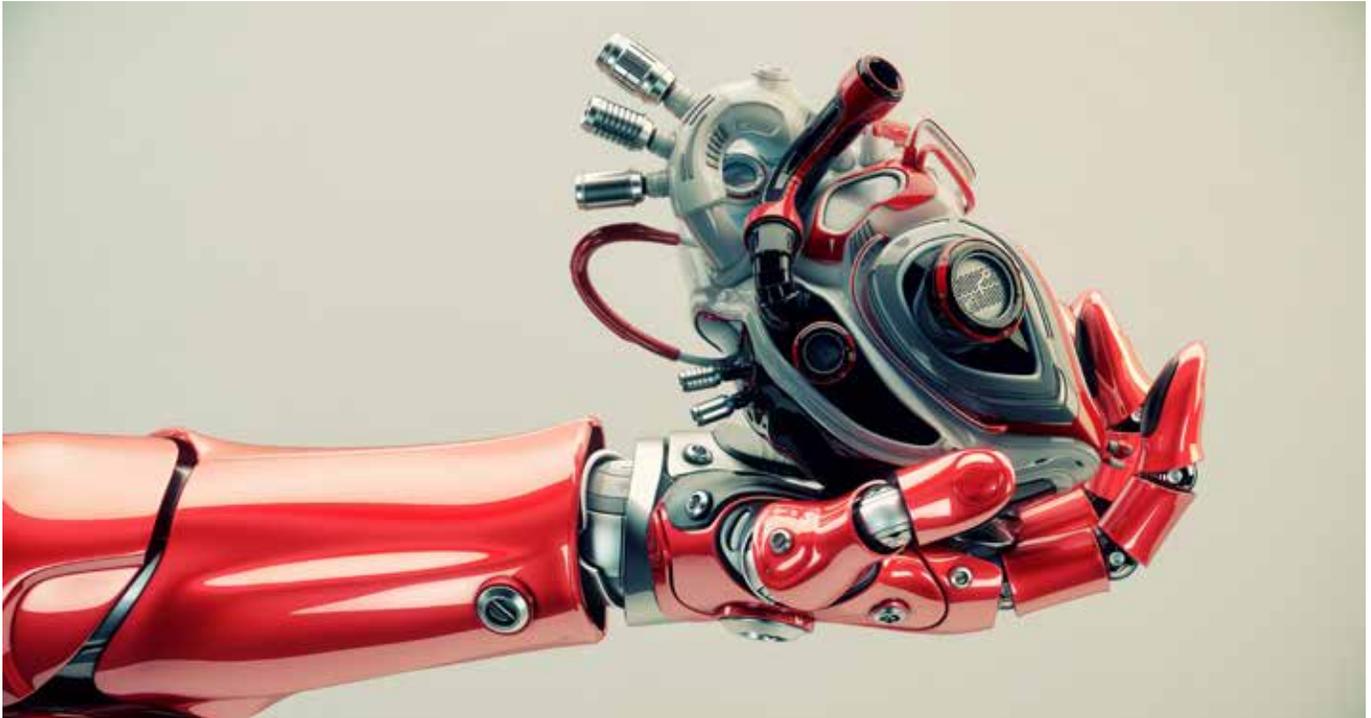
Asimismo, la impresión 3D es de interés aplicativo en la Ingeniería, pues es una tecnología donde mediante impresoras especiales, se elaboran partes de diferentes componentes que tienen propiedades heterogéneas, mediante la superposición de capas sucesivas de material. Esta novedosa técnica de impresión ya ha incursionado comercialmente en el sector aeroespacial, la arquitectura, ingenierías, construcción, joyería, entre otros campos. Por cierto, científicos de varios países ya están investigando para habilitar la impresión 4D, que incluirá componentes electrónicos avanzados tales como circuitos impresos y dispositivos para la bioimpresión de órganos humanos.

Para no quedarnos únicamente en citas generales como las que acaba de leer, a continuación amplío un ejemplo que sin duda será motivo de aplicación:

Investigadores del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), han materializado un sistema de “impresión” de estructuras con el acondicionamiento de una impresora 3D que, a partir de un plano o modelo, es capaz de realizar la construcción de edificios de manera más rápida, integral y a menor costo que con los procesos tradicionales. El revolucionario método puede acondicionarse a las necesidades de algún lugar en específico, a las pretensiones del diseñador y a la distribución e instalaciones internas del edificio.

La implementación del sistema de construcción consiste en lo que los investigadores llaman vehículo de rastreo, el cual está equipado con un brazo robótico industrial





grande, que tiene a su vez otro brazo robótico más pequeño, capaz de realizar movimientos de extrema precisión.

Como prueba del concepto de construcción de edificios mediante impresión 3D, los investigadores que lo crearon usaron un prototipo para edificar la estructura básica y los muros de una cúpula de 15 m de diámetro y 3.7 m de altura. La implementación del proyecto se llevó a cabo en 14 h de impresión real 3D.

Uno de las modalidades de este sistema de construcción rápida, racional y flexible, es que se le puede desplazar a regiones remotas o zonas de desastre por terremotos o huracanes (como con frecuencia acontecen en nuestro país), para proporcionar refugio rápido y duradero. El sistema puede funcionar indistintamente con electricidad convencional o con paneles solares.

El arreglo del sistema, la explicación y las imágenes pueden consultarse en la liga indicada en (Chandler, 2018).

## Conclusiones

La inteligencia artificial ha tenido éxitos muy positivos y prometedores, como algunas de las aplicaciones aquí referidas; pero no todo ha sido glamuroso, tal como lo dice Tim Chapman, director de Arup-Infrastructure, una empresa londinense adherente a la 4RI: la inteligencia artificial hará que muchas de las actividades profesionales más sencillas sean redundantes, posiblemente reemplazando completamente a muchas de las tareas por medio de las cuales los jóvenes ingenieros aprenden los detalles de nuestra profesión. Para mayor abundamiento relacionado con este tema, les recomiendo vean el video de YouTube que se indica en la bibliografía (Chapman, 2018).

Lo anterior ratifica la condición de irremplazable de los creadores de estas tecnologías: los seres humanos. Al propio tiempo también advierte que la formación de los ingenieros se apoya en la tecnología, pero los tutores académicos son imprescindibles para transmitir vivencias y recomendaciones profesionales derivadas de la experiencia de los mentores.

A nivel industrial, las empresas están confrontando el raudal de transformaciones que forman la 4RI. La capacidad de adaptación de las empresas ante esa presión es determinante para su sobrevivencia, además deberán mantener una capacidad innovadora, por lo que la cantidad de emprendedores y de intraemprendedores (quienes administran las empresas emprendedoras) se incrementará.

A escala personal, según el Foro Económico Mundial, derivado del cambio de tecnologías algunos puestos de trabajo desaparecerán y surgirán otros empleos inimaginables por ahora. Por consiguiente, este organismo internacional sugiere que para enfrentar el futuro del empleo (sobre todo los jóvenes) se requerirán competencias y habilidades en la resolución de problemas complejos, pensamiento crítico, creatividad, administración de personal, coordinación con los demás, inteligencia emocional, capacidad para toma de decisiones, orientación de servicio (el cliente es primero), negociación y flexibilidad cognitiva (adaptación a situaciones inesperadas).

Es importante tener una visión integral de cómo la tecnología está cambiando nuestras vidas actuales y cambiará la de las futuras generaciones, así como la manera en que está transformando el contexto social, económico y ambiental en el que vivimos. Al integrar estos conceptos, podríamos estar ante la oportunidad de tener una vida sustentable, pues este paradigma se basa en dicho contexto.

### Bibliografía

Chandler, David (9 de mayo de 2018). 3-D printing offers new approach to making building. *MIT News*, en internet: <http://news.mit.edu/2017/3-d-printing-buildings-0426>

Chapman Tim (14 de mayo de 2018). Artificial Intelligence in Construction. En internet: <https://www.youtube.com/watch?v=JcIRlcE-05o> (video YouTube)

Schwab, Klaus (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. Switzerland.

Schwab, Klaus (2018). *Shaping the Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. Switzerland.