

# Fábricas inteligentes y fusión de tecnologías



**Las industrias 4.0 y las tecnologías convergentes son dos puntas de lanza de la llamada Cuarta Revolución Industrial. Su crecimiento ha sido exponencial en la última década y su impacto ya sacude la producción de bienes y servicios, y la vida cotidiana de muchas personas.**

**MÓNICA MARÍA VÁSQUEZ ARROYAVE**  
Colaboradora

**E**n 1837, el herrero y luego fabricante John Deere empezó a dar forma a un negocio de maquinaria agrícola que ayudara a los agricultores cuyos instrumentos para arar no lograban aflojar la tierra endurecida de sus terrenos. Hoy, lejos de verse como una empresa obsoleta, Deere & Company ha evolucionado hacia las tecnologías de la llamada industria 4.0 uniéndose a IBM para implementar procesos de mantenimiento en las etapas de producción y, a partir de servicios digitales, brindar información a quienes trabajan la tierra sobre temas variados como alertas meteorológicas y asesoramiento en cultivos.



Las industrias 4.0 innovan en temas como fábricas inteligentes, producción autoorganizada y fabricación asistida por robot, simulaciones de línea de producción y control de calidad impulsado por datos. Foto Shutterstock

Al igual que ella, otras compañías han integrado este nuevo modelo de organización y control sobre la cadena de producción. Es el caso de BMW, que utiliza algoritmos en las máquinas de montaje de vehículos que se encargan de analizar las conexiones para identificar errores antes de que sucedan. También usan realidad virtual con la que simulan un entorno 3D que optimiza los procesos y la seguridad.

O las fábricas de Airbus, la empresa europea dedicada a producir aviones, que tienen drones que transportan piezas a los operarios sin que tengan que ser manejados por alguien o tener señal GPS. Todo eso ya es una realidad en países industrializados y, para muchos, es la muestra clara de que la Cuarta Revolución Industrial ya llegó.

Avances como estos, en palabras de Olga Lucía Quintero, docente del Departamento de Ciencias Matemáticas de EAFIT, "permitieron el aumento de la capacidad productiva a nivel industrial y aceleraron el crecimiento de las grandes economías del mundo".

No obstante, la profesora opina que, como concepto, el también llamado "control automático" puede traer problemas como la eliminación de plazas de trabajo, si se enfoca en desarrollar máquinas para hacer tareas hasta ahora realizadas por personas.

En Colombia, avances tecnológicos propios de esta etapa del desarrollo industrial son utilizados desde hace años por grandes compañías como las productoras de cerveza, las mineras y la mayoría de bancos. Lo que ahora se requiere es que la transformación digital y los procesos automatizados lleguen a las medianas y pequeñas empresas.

## EL MOMENTO DE LAS FÁBRICAS INTELIGENTES

La llamada "industria 4.0" es uno de los aspectos centrales de la Cuarta Revolución Industrial que tienen que ver, en esencia, con la articulación o convergencia de las tecnologías de la información –utilizadas de forma tradicional en el campo de las telecomunicaciones y la telemática– para impactar con fuerza en los procesos de producción industrial, explica Óscar Herrera, vicerrector académico de la Universidad Central, de Bogotá, y director del proyecto Clúster de Investigación en Ciencias y Tecnologías Convergentes (NBIC).

## LO ÉTICO, UN ASUNTO CENTRAL

Poder censar y almacenar un sinnúmero de variables –ambientales, fisiológicas, de producción, poblacionales, económicas, etc.– abre la posibilidad de desarrollar infinitas aplicaciones que pueden mejorar la calidad de vida de las personas y las empresas, opina Francisco Vargas, decano de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.

Pero advierte que **está sobre la mesa la necesidad de asegurar la actuación ética de quienes desarrollan esas tecnologías**, lo que debe ser un debate constante para lograr que el objetivo sea el bien común por encima de los intereses particulares.

Al respecto, Mónica Álvarez, profesora de EAFIT, piensa que estas nuevas posibilidades tecnológicas también tienen una cara oscura, por lo que entra en juego una discusión ética frente a **un tema que debería apuntar, por encima de cualquier interés, a mejorar la calidad de vida de las personas**.

Óscar Herrera coincide en que de ahí se desprende una mirada frente el papel del ser humano en este mundo: debates sociotécnicos sobre si se convivirá o no con las máquinas como si fuesen seres vivos, y **discusiones éticas y bioéticas gigantescas frente a la concepción misma del mundo**, desde la perspectiva humana, como especie mayor sobre el planeta.

“Las industrias 4.0 se diferencian de otras formas de ver el desarrollo industrial –aclara Herrera– por el hecho de que cuando se logra emplear de forma adecuada la información de un proceso se le puede dar un cierto grado de inteligencia, es decir, que utilice la información histórica del proceso mismo que normalmente puede almacenarse. Pero también puede hacer un análisis para indicar, por ejemplo, cuando hay probabilidad de falla en un producto o cómo mejorar o automatizar algunos ciclos que no están previa, completa o eficientemente automatizados”.

No obstante, su alcance va más allá: la información puede ser utilizada para interconectar una planta con la logística que distribuye los productos hacia otros sitios o articular la producción de unas piezas básicas para un sistema o un producto más complejo. De esa manera, se pueden interconectar fábricas o componentes, e incluso sincronizar momentos y volúmenes de fabricación, al manejar con solvencia datos en cada uno de los puntos de la cadena productiva.

“Es un nuevo modelo de industria centrada en los datos que requiere de una transformación profunda de las mismas. Hoy se identifican seis tecnologías que se enmarcan en lo que denominamos industrias 4.0: inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica, realidad aumentada, *big data* y analítica, y manufactura aditiva”, precisa el profesor Jesús Francisco Vargas, decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.

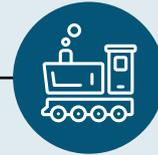
El concepto, del que se hablará mucho en los próximos años, fue adoptado inicialmente en Alemania para denominar la penetración del internet de las cosas en los sistemas de producción.

## ETAPAS DEL DESARROLLO INDUSTRIAL

### PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Entre aproximadamente 1760 y más o menos 1840

Comienzo de la producción mecánica, propiciada por el ferrocarril y la invención del motor a vapor.



### SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Finales del siglo XIX y comienzos del XX  
Permitió la producción en masa, gracias a la electricidad y la cadena de montaje.



### TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Inicia en la década de 1960  
Revolución digital impulsada por los semiconductores, la computación en servidores *mainframe* (máquinas de gran tamaño en volumen, capacidad de almacenamiento, potencia de procesamiento y nivel de confiabilidad), la informática personal (décadas de 1970 y 1980) e internet (década de 1990).



### CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Término acuñado en la Feria de Hannover (Alemania) de 2011  
Transformación en la organización de las cadenas de valor, gracias a máquinas y sistemas inteligentes y conectados. Permite la personalización de productos, crea nuevas formas de operación productiva. Fusiona tecnologías y permite su interacción en campos físicos, digitales y biológicos. Avances en ámbitos diversos como la secuenciación genética, la nanotecnología, las energías renovables y la computación cuántica, entre otros.



Información: Libro *The Fourth Industrial Revolution*, de Klaus Schwab.



La formación de los profesionales que trabajarán en estos campos es uno de los desafíos, en especial en países como Colombia, si se quiere superar pronto el rezago tecnológico.  
Foto Robinson Henao

## TECNOLOGÍAS CONVERGENTES, HIBRIDACIÓN DE SABERES

Los expertos coinciden en que las tecnologías convergentes o NBIC – nanotecnología, biotecnología, tecnologías de la información y ciencias cognitivas– representan uno de los retos técnico-científicos más grandes para este siglo. La convergencia de ellas está permitiendo la aparición de nuevas ramas del conocimiento como la bioinformática y la nanomedicina, por ejemplo, los sistemas bionspirados que son sistemas artificiales que se configuran para que funcionen como algún tipo de sistema biológico, es decir, que lo emulan en su funcionalidad.

Para el vicerrector académico de la Universidad Central, las NBIC son otro vínculo que tiene que ver ya no solo con cómo hacer para que las máquinas mismas sean capaces de aprender autónomamente con base en la información que manejan, sino aprovechando la forma en que las personas aprendemos.

“Cuando hablamos de convergencia científico-tecnológica, de manera específica de la nanotecnología, la biotecnología, la informática y las ciencias cognitivas, se hace referencia a cuatro campos del conocimiento que convergen desde hace algún tiempo”, refiere Óscar Herrera.

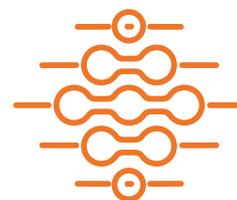
La convergencia científica, dice, se puede ubicar en mitad del siglo XX, o incluso un poco antes, cuando aparecen campos como la biofísica, en el que la física empieza a estudiar sistemas biológicos y a encontrar que principios de esta ciencia que son aplicables a sistemas biológicos le permiten una mayor comprensión de los mismos y, por tanto, su manipulación.

Para Santiago Correa Vélez, profesor del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de EAFIT, hoy es imposible concebir a una ciencia embebida en sí misma: “Todas las ciencias necesitan de otras cuando, explorando la frontera de su propio



## Tecnologías asociadas a industrias 4.0

Inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica, realidad aumentada, *big data* y analítica, y manufactura aditiva.



## Tecnologías convergentes (NBIC)

Nanotecnología, biotecnología, informática y ciencias cognitivas.

## LOS IMPACTOS SOCIALES

Las tecnologías convergentes representan a algunas de las áreas de mayor desarrollo tecnológico de los últimos 30 años y ejercen gran impacto en los fenómenos sociales, a tal punto que sus avances son indicadores de la calidad de vida y de la economía de un país.

“En los últimos años se han propuesto nuevas **perspectivas para el desarrollo científico-tecnológico que posiblemente impactarán en el progreso de la humanidad** en las próximas décadas. Son numerosos los ejemplos de su impacto desde hace poco más de una década en nuestra sociedad”, afirma Olga Yaneth Vásquez, investigadora de la Universidad Central.

Dentro de los más destacados menciona los **avances en el campo de las neuroprótesis** que permiten que un paciente con tetraplejia (parálisis de las cuatro extremidades del cuerpo) puede mover a voluntad un brazo robótico gracias a una serie de microelectrodos conectados a la corteza motora, como parte de una interface cerebro-máquina.

**“Se espera que estas tecnologías contribuyan a la solución de varios retos a los que se enfrenta nuestra sociedad** –explica la docente– como el suministro de agua potable para una población creciente, reducir el efecto invernadero, mejorar la calidad de aire, diseñar mejores medicamentos y suministrar energía más eficiente y para todos. Estos retos hacen parte del proyecto Millenium, que busca solucionar problemas globales e **invita a superar los 15 grandes desafíos de la humanidad, si queremos sobrevivir como especie**”.



saber, son incapaces de responder sus preguntas. Ahí el trabajo es obligatoriamente transdisciplinar”.

El docente indica que el conocimiento se está haciendo universal gracias a internet y agrega que en la actualidad es difícil ver a un médico sin nociones de ingeniería o a un ingeniero sin conceptos de medicina o biología. Cree que en poco tiempo todos estaremos obligados a saber de *big data* y bioestadística para encontrar y explotar la evidencia científica oculta en los datos.

## MÁS VELOCES QUE LAS DEFINICIONES

Estas denominaciones, sin embargo, aún no tienen mucha claridad, de acuerdo con Mónica Álvarez Laínez, profesora de la Universidad EAFIT, doctora en física de materiales y relatora para la secretaria técnica del Foro NBIC e Industrias 4.0 de la Misión de Sabios 2019. Eso se debe a que son temas muy nuevos y la tecnología va a una velocidad mayor que la que tienen los académicos para hacer las definiciones. Eso, a su juicio, genera confusiones conceptuales al respecto.

“Una industria 4.0 es la que está conectada. Por ejemplo, una fábrica que produce zapatos que tiene optimización de los procesos, todos ellos articulados y conectados de modo tal que se le puede hacer un seguimiento en tiempo real a un determinado producto, identificar dónde hay problemas y cómo generar mejoras, para la optimización de procesos”, comenta la docente.

El uso de tecnologías como la realidad aumentada estará en el seno de las industrias, pero también en la vida cotidiana de las personas. Foto Shutterstock.

## “La Cuarta Revolución Industrial busca también mejorar la calidad de vida entendiendo lo que cada persona necesita: todo es personalizado y a la medida”.

Mónica Álvarez, relatora de EAFIT para la secretaría técnica del foco NBIC e Industria 4.0 de la Misión de Sabios.



Todas estas tecnologías, entre las que se encuentra el *blockchain*, *machine learning* y *big data*, son transversales y van a impactar por igual a las industrias como a la vida cotidiana de la gente. Foto Robinson Henao.

Con respecto a la Cuarta Revolución Industrial, aseguro que es un concepto que va más allá de una empresa, pues entran en juego temas como el *machine learning* (aprendizaje de máquina) que hace, por ejemplo, que en algunos hospitales se identifique a un paciente apenas llegue, aparezca toda la historia clínica y se pueda hacer un diagnóstico más preciso porque tiene toda la información unificada a partir de esas tecnologías que convergen, que se integran en función de un producto o, en el caso que plantea, un servicio.

Para Óscar Herrera, las industrias 4.0 son un nombre de moda y el real término que se debería utilizar es Cuarta Revolución Científico Tecnológica o Cuarta Revolución Industrial, que es donde realmente reposa el lugar actual del hacer realidad los principios de la cibernética y la teoría general de sistemas desarrollados a mitad del siglo pasado.

### ESTO APENAS COMIENZA

La profesora Olga Lucía Quintero, del Departamento de Ciencias Matemáticas de EAFIT, sostiene que el camino apenas se está empezando a recorrer: “El ser humano y su complejo esquema de razonamiento, aprendizaje y toma de decisiones se convierten en la meta que eventualmente puede permitir que las máquinas robóticas logren el máximo de la curva de productividad y eficiencia. No obstante, imitar el cerebro humano no es tan ‘relativamente’ sencillo como imitar el funcionamiento de sus brazos”.

Para el decano de Ingeniería de la Universidad de Antioquia es preciso tener un verdadero sistema de educación profesional que articule la formación técnica, tecnológica y universitaria, ya que todas son necesarias en una época que estará determinada por estas tecnologías. Y cree que no es cierto que una carrera universitaria ya no sea necesaria o que baste con algunos cursos certificables para ser un científico de datos, como algunos piensan por ahí.

Para él, el asunto es de fondo: “Las capacitaciones aportan y habilitan para desempeñar un oficio, pero el pensamiento crítico necesario para innovar disruptivamente se desarrolla y potencializa dentro de un sistema formal de educación en el que es posible investigar y desarrollar las nuevas tecnologías. Renunciar a eso sería condenarnos a una dependencia tecnológica perpetua”. ■