

# ¿Quién se beneficiará con la cuarta revolución industrial?

Enrique Larrieu-Let, [elarrieulet@gmail.com](mailto:elarrieulet@gmail.com)

Quienes hemos adquirido con el tiempo cierta experiencia y tenemos acceso a la información y los conocimientos, tenemos la obligación moral de analizar integral- y objetivamente todos los elementos vinculados y promover la reflexión sobre la evolución de la tecnología y cómo influirá en las culturas de la producción, para estar preparados y poder ser más útiles para mejorar la calidad de vida del hombre. Este artículo pretende ser un punto de partida para dicha reflexión.

Según la Real Academia Española (RAE), una de las acepciones de la palabra 'Revolución' es: "Cambio rápido y profundo en cualquier cosa". Cuando uno se encuentra ante una situación de cambio brusco de algo, por instinto natural reacciona y

tiende a que todo se mantenga como estaba por el simple miedo al cambio, a lo desconocido. A los más audaces inmediatamente se les despierta la curiosidad y se preguntan: ¿y si el cambio nos trajera algún beneficio? Del fruto del desequilibrio entre ambos grupos se va desarrollando la evolución.

Cuando nos referimos a industria, tomaremos las dos principales acepciones de la RAE: "1. Maña y destreza o artificio para hacer algo. 2. Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales".

Alguien dirá: "Yo conozco una sola Revolución Industrial. ¿Ya vamos por la cuarta, qué pasó en el medio?". Hagamos un poco de historia.

## Un poco de historia

Previo a lo que se dio a conocer en la historia como Revolución Industrial, podríamos mencionar la revolución industrial 'cero', que sucedió hace unos diez mil años y consistió en la simbiosis entre los animales domesticados y el hombre, favoreciendo el sedentarismo y dando origen a la agricultura. El aprovechamiento de las energías naturales renovables también caracterizó este período a través de los molinos de viento y la navegación a vela.

El invento del escocés James Watt (figura 1), el aprovechamiento de la energía del vapor, marcó durante la segunda mitad del siglo XVIII en Inglaterra el origen de la primera Revolución Industrial. La energía muscular dio paso a la energía mecánica.



Figura 1. Máquina de vapor de James Watt, en la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, expuesta en el vestíbulo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid (España). Fuente: Wikipedia



Los talleres se transformaron en grandes fábricas y nacieron los conceptos de obreros industriales e ingeniería industrial.

Esta primera gran transformación condujo a un gran cambio cultural y económico con múltiples beneficios que todos hemos conocido. Como todo, este hito también dejó algunas secuelas no tan positivas. Fundamentalmente, el poder del trabajo pasó del artesano a la industria y del cuenta-propista al capitalista y las ciudades se plagaron de fábricas con chimeneas y de personas que migraron desde zonas agrícolas. El desarrollo del ferrocarril también tuvo su influencia. En la figura 2 se ven

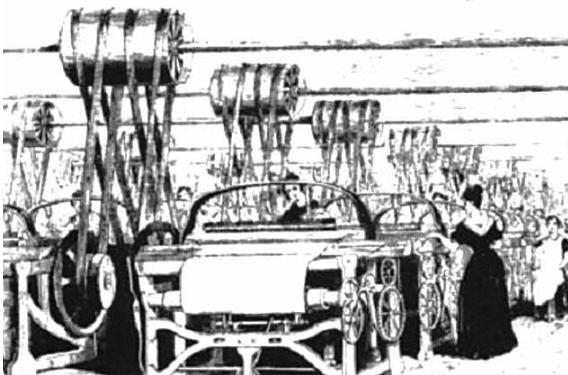


Figura 2. La industria textil fue pionera en la Revolución Industrial

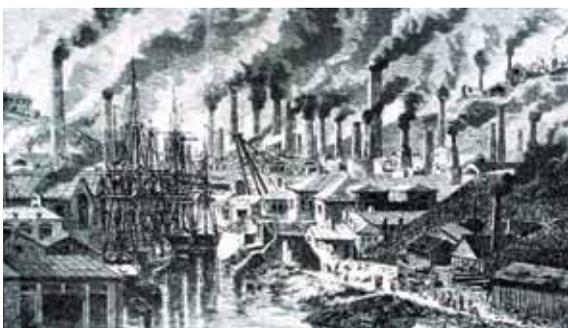


Figura 3. Chimeneas, un símbolo del desarrollo industrial de hace más de siglo

telares impulsados por la energía del vapor. En la figura 3 se aprecia una ciudad plagada de fábricas con chimeneas. Esta primera revolución se caracterizó por el paso de la producción manual a la mecanizada, entre 1760 y 1830.

Podríamos considerar que la segunda revolución comienza con la fabricación de la primera cinta transportadora en 1870, que dio origen a la cadena de montaje y continúa gracias a que en 1871 se construyó la primera central eléctrica de uso comercial. Además, en 1880, Thomas Edison patentó su lámpara incandescente. La aparición del gas y del petróleo como combustibles hizo posible que se desarrollara la industria minera y que en 1886 se construyera el primer automóvil movido por un motor de combustión interna, culminando el proceso con la primera transmisión de radio en 1897. Esta segunda revolución, que transcurrió alrededor de 1850, fue impulsada por la energía eléctrica y la invención del motor eléctrico, que permitió la manufactura en masa.

Para la tercera revolución industrial, también denominada revolución digital o de las computadoras, hubo que esperar a mediados del siglo XX, con la llegada de la electrónica y la tecnología de la información y las telecomunicaciones (TIC) para automatizar toda la producción generando islas de producción flexibles. Se pueden señalar algunos de los hitos de esta tercera revolución: en 1962 se fabricó la primera computadora personal; en 1969, se creó el primer controlador programable (PLC) para controlar procesos productivos; en 1990, nació la *World Wide Web*.

El análisis de los impactos de todas estas transformaciones es muchísimo más complejo que lo citado hasta ahora, pero no es el objeto del presente artículo.

## La cuarta revolución industrial

### Descripción, características y facilitadores

La humanidad ha pasado de la integración del hombre con los animales domesticados por él, a lo que aparentemente se viene, que es la integración del hombre con las máquinas, dispositivos y sistemas ciberfísicos creados por él. Los economistas le han puesto nombre: la cuarta revolución industrial. En referencia a esto, en Alemania, en la feria de Hannover, en 2013 se acuñó el término "Industria 4.0".

Esta nueva etapa, que ya se ha puesto en marcha, se puede evidenciar de muchas maneras según el punto de vista desde donde uno observe. Si tomamos como referencia las fuentes de energía, hablaremos de sostenibilidad y energías limpias. Si nos enfocamos en las materias primas, hablaremos de nuevos materiales técnicos reciclables y con nuevas propiedades. Si nos centramos en el diseño de los productos, nos aparecerán conceptos tales como ecodiseño (diseño ecológico), codiseño (diseño colaborativo). Los clientes finales ya no son considerados consumidores, sino prosumidores, ya que se los tiene en cuenta a la hora de diseñar los nuevos productos y para personalizar tanto como se pueda el producto o servicio que se les entregue. Las redes sociales proporcionan de manera interactiva las tendencias del mercado de los prosumidores y una vía ideal para el marketing directo. La enorme cantidad de información obtenida de Internet, conocida como *Big Data* (datos masivos), proporciona la posibilidad de profundizar los estudios de mercado y optimizar la comercialización. El perfeccionamiento de las TIC ha hecho posible ser eficaces en la planificación de los recursos de la empresa (ERP) y en la gestión de clientes (CRM). La Internet de las cosas y las impresoras 3D pasarán a ser una nueva manera de vender en muchos y diferentes subsectores.

Pero el cambio principal está en los sistemas de producción. La inteligencia artificial y la robótica han trazado un camino que no tendrá fin. A esto

se le complementan las comunicaciones inalámbricas, los biosensores y los productos 'inteligentes' (productos inteligentes). Las diferentes partes del proceso productivo no solo están adquiriendo funciones inteligentes que hasta ahora eran privativas de personal especializado, sino que están comunicándose automáticamente y autónomamente entre ellas.

Klaus Schwab, autor del libro *La cuarta revolución industrial* vaticina: "Estamos al borde de una revolución tecnológica que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será distinta a cualquier cosa que el género humano haya experimentado antes".

Hay elementos que pueden apoyar este vaticinio, entre ellos, la velocidad de los cambios, su alcance y su impacto. En cuanto a la velocidad, a diferencia de otras revoluciones industriales, la cuarta evoluciona a un ritmo exponencial, quizá como resultado del mundo globalizado y completamente interconectado en que estamos inmersos, que facilita que las nuevas tecnologías se potencien a diario con innovaciones que surgen en todo el mundo.

En cuanto al alcance, este tiene varias facetas. Una se refiere al alcance geográfico. La instantaneidad de las comunicaciones entre todos los actores involucrados en los descubrimientos e innovaciones hace que dichos cambios no queden confinados a determinadas regiones por décadas, si no que se diseminan, implementan y adoptan casi simultáneamente en todo el mundo. El despliegue de las anteriores revoluciones fue mucho más focalizado; de hecho, aún hoy la segunda revolución industrial no ha alcanzado a todo el planeta, pues todavía existe casi un veinte por ciento (20%) de zonas sin energía eléctrica ni agua potable; ni la tercera revolución se ha desarrollado por completo, pues casi la mitad de la población aún no tiene acceso a Internet. Cuando consideramos el alcance desde su influencia en la economía, los negocios, la sociedad y las personas podemos imaginar que

la simultaneidad y profundidad de los cambios son de temer porque no estamos preparados para asimilarlos.

La complejidad de los cambios y la alta integración entre ellos, sumado a las innumerables combinaciones posibles entre ellos, hacen casi impredecible la magnitud de los impactos entre (y dentro de) los países, las empresas, las industrias y la sociedad en su conjunto.

La cuarta revolución industrial genera un mundo en el que los sistemas virtuales y físicos interactúan y se combinan entre sí de una manera flexible desde cualquier lugar del mundo. Esto permite la personalización de los productos y servicios y la creación de nuevos modelos de negocios. Por ejemplo, hoy desde un sitio A se puede encargarse el diseño de una pieza enviando especificaciones por correo electrónico a un sitio B y recibir el archivo para imprimir en una impresora 3D ubicada en el sitio A original; o un profesional médico podría monitorear a distancia los signos vitales de una persona, dar diagnósticos específicos de una determinada patología y operar a distancia a través de un robot programado y supervisado por un conjunto de especialistas ubicados en algún centro distante.

Como dice Klaus Schwab, "La cuarta revolución industrial, no obstante, no solo consiste en máquinas y sistemas inteligentes y conectados. Su alcance es más amplio. Al mismo tiempo, se producen oleadas de más avances en ámbitos que van desde la secuenciación genética hasta la nanotecnología, y de las energías renovables a la computación cuántica. Es la fusión de estas tecnologías y su interacción a través de los dominios físicos, digitales y biológicos lo que hace que la cuarta revolución industrial sea fundamentalmente diferente de las anteriores".

Lo estudiosos del fenómeno destacan que no se trata de la creación de desarrollos, sino del encuentro entre esos desarrollos. Es decir, esto representa un cambio de filosofía, en vez de un escalón más en la empinada y vertiginosa escalera tecnológica.

Para nombrar algunos factores que facilitarán la evolución, podríamos citar la robótica de nueva generación, los nuevos materiales, la nanotecnología, las impresoras 3D, los vehículos autónomos, la Internet de todas las cosas (IIoT, que incluye a la Internet de la cosas y a la Internet industrial de las cosas), la biología genética y la neurotecnología. Ya con esto solamente tendremos para enloquecernos si no nos preparamos como individuos y como sociedad para asimilar los cambios.

Por sí solos, estos elementos suenan inofensivos, pero combinados y trabajando colaborativamente, sus efectos pueden no tener límites. Imaginemos algunos casos.

Por ejemplo, veamos la robótica. Desde chico tenía la fantasía de automatizar todas las tareas tediosas, o que requirieran esfuerzo físico y sean riesgosas para el hombre. Así fue como, apenas recibido de ingeniero en electrónica, comencé a trabajar en desarrollos de electrónica y software para los robots tradicionales que se dedicaban a una única tarea específica, con finales de carrera mecánicos, como todo sensor.

En la actualidad, la robótica combinada con la inteligencia artificial, con sensores biotecnológicos, con comunicaciones inalámbricas para intercambiar datos y señales con su entorno, y con otros dispositivos, puede aprender y tomar decisiones propias en función de todos esos parámetros, tal cual como se comporta el ser humano en un ambiente de trabajo común o industrial.

En el ámbito del espectáculo, una empresa coreana de robótica anunció que lanzará robots que suplantarán a las estrellas pop. Los robots serán capaces de recrear las danzas y movimientos de las estrellas reales por sus más de veinte articulaciones motoras, y tendrán cuerpos y piel artificial realista, según la compañía. Además, los usuarios podrán descargar nuevas canciones en los robots y verlos actuar.

En el campo de la salud, si agregamos los conocimientos de la biología genética y la neurotecnología, los resultados pueden ser mucho más

sorprendentes y casi de ciencia ficción. Por ejemplo, en menos de veinte años, a una mujer con diabetes se le podrá implantar un chip en su cuerpo que monitoreará continuamente sus niveles de glucosa. La información podrá ser enviada por vía inalámbrica a la computadora de sus médicos, que también contarán con los datos de la decodificación del genoma personal de la mujer. En base al monitoreo continuo de la glucosa y al perfil genético, los médicos podrán indicarle nuevos medicamentos a la paciente o variar las dosis. Los chips para administrar medicamentos podrían ser usados en osteoporosis o para pacientes con cáncer cerebral. El fármaco de la quimioterapia podría ser liberado en el cerebro y controlado a distancia. La fundación *Bill y Melinda Gates* impulsa el desarrollo de microchips que actúan directamente sobre las hormonas femeninas como anticonceptivos. Estos modelos se implantarían dentro de las mujeres, podrían funcionar durante más de quince años, y se podrían encender y apagar, según se quiera o no tener hijos. La infertilidad se podría superar gracias al desarrollo de óvulos y espermatozoides artificiales. Entramos en la era del biochip, los diagnósticos precisos y las cirugías para corregir genes.

Con biopsias líquidas, se harán estudios ciertos y con cirugía de genes, se podrían “borrar” las mutaciones que causan enfermedades. La información genética, la secuencia genética del ADN de cada uno de nosotros, podrá almacenarse en un chip, que seguramente llevaremos implantado en el antebrazo. Además, los avances en nanotecnología permitirán tratamientos eficaces que serán redireccionados mediante nanorrobots al lugar donde se necesite reparar sin causar efectos secundarios en el resto del cuerpo. Los investigadores de nanotecnología están desarrollando robots del tamaño de las células de nuestro cuerpo que pueden inyectarse en el torrente sanguíneo y que tienen un sistema de propulsión, sensores, manipuladores e incluso una computadora que puede realizar tareas en objetos a escala nanométrica.

Si a esto, además, le sumamos los nuevos materiales más livianos, sólidos, reciclables y adaptables que los existentes, el límite de la creatividad estará dado por la imaginación del hombre o de las máquinas con inteligencia artificial creadas. En la actualidad, ya existen materiales inteligentes que se autorreparan o se limpian a sí mismas, metales con memoria que vuelven a sus formas originales, cerámicas y cristales que convierten la presión en energía. Tomemos por ejemplo el grafeno, que es unas doscientas veces más fuerte que el acero, un millón de veces más delgado que un cabello humano y un conductor eficiente del calor y la electricidad. Cuando el grafeno tenga un precio adecuado, revolucionará las industrias de fabricación e infraestructura. Otra tendencia es la utilización de vestimenta que monitoree y cuide nuestra salud y, con tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) y sistemas de información geográfica (GIS), podrá resolver de manera más sencilla muchos problemas de seguridad.

Esto es solo la punta del iceberg, un iceberg que no guarda ninguna proporción conocida hasta el presente.

## ¿Quién se beneficiará?

La respuesta sin duda debe ser “nosotros”. Pero para que ello sea así, hay que comprender los cambios, vislumbrar los impactos y prepararse para mitigar o capitalizar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos.

Si bien esta vez los impactos serán globales, sin duda el impacto inicial y principal será sobre los países más desarrollados y en todos los aspectos comerciales, industriales, económicos, institucionales, culturales, sociales e individuales.

También podría afectar profundamente a los países que dependen en gran medida de una materia prima particular.

Si uno compara cifras, descubre que a medida que avanzamos en el tiempo, las unidades

productivas requieren de menos personal para generar la misma riqueza. Lo que puede preocupar es que la población crece y debería crecer en la misma proporción la generación de nuevos puestos de trabajo, la capacitación para dichos puestos y las decisiones gubernamentales necesarias para ello.

Desde el aspecto industrial, debido a los sistemas de automatización que integran cada vez más inteligencia artificial, nuevos materiales, sensores y capacidades de comunicaciones inalámbricas, las fábricas crecerán en capacidad para reunir cantidades gigantescas de datos vinculados a sus procesos y operaciones. Pero para que esto se traduzca en mejoras reales en la producción, los fabricantes deben ser capaces de gestionar y analizar estas grandes cantidades de datos, por lo cual, el mayor desafío estará en el lado del software y el desarrollo del *Big Data*, para lo cual, deberá haber más ingenieros desarrollando no solo los nuevos sensores y automatismos, sino también soluciones industriales para el análisis de datos.

Ya se mencionó que entre los facilitadores del cambio se encuentran la ingeniería genética y las neurotecnologías. Los avances en estas dos actividades impactarán en cómo somos y nos relacionamos de manera individual y colectiva en nuestro entorno cercano y a nivel global en todo el planeta. Se generarán nuevos negocios, servicios, empleos y relaciones laborales, comerciales y sociales. La revolución afectará a todas las necesidades básicas del hombre, la alimentación, la vestimenta, la vivienda, la educación, la salud, la comunicación, el trabajo, el transporte, la seguridad, y sus efectos colaterales impactarán en las instituciones y nos harán cuestionar todos los marcos éticos. ¿Es correcto manipular genéticamente a los seres humanos para adaptarlos a determinadas zonas geográficas o soportar o evitar determinadas enfermedades y prolongarles la vida?, ¿es correcto manipular genéticamente a los seres humanos para que sean aptos para determinadas actividades laborales? Esto no siempre significa mejorar la calidad de vida. Quien domine

y lidere estos cambios será el que tenga el dominio sobre los demás. La edad promedio de la humanidad tenderá a incrementarse y también su vida útil. Habrá que incrementar drásticamente la edad de jubilación. ¿Habrá espacio, alimentos y empleo para todos? Y peor aún, ¿es correcto que quienes puedan pagar el tratamiento reemplacen órganos enfermos por órganos artificiales, los doten de conectividad y capacidad de procesamiento de datos y habilidades especiales, y contraten una obra social que mantenga esos órganos indefinidamente, y así las personas sean prácticamente inmortales? ¿Viajaría en un vehículo terrestre, aéreo o marítimo no tripulado, que a la vez pueda ser monitoreado, controlado y atacado a distancia? ¿Dejaría su fábrica totalmente en control de dispositivos automáticos e “inteligentes”? Podría suceder que de pronto decidieran cambiar de rubro y fabricar otra cosa. Y si no, veamos lo que sucedió hace unos días cuando expertos de la Universidad Tecnológica de Georgia (Estados Unidos) presentaron un proyecto financiado por *Facebook* que se realizó en el laboratorio de investigación de inteligencia artificial de dicha entidad educativa. Allí, los científicos crearon máquinas capaces de aprender y desarrollar nuevas tácticas de negociación. El proyecto fue tan exitoso, que repentinamente tuvo que ser anulado por los propios creadores porque los científicos descubrieron que los dos robots desarrollaron un lenguaje propio casi imposible de descifrar pero muy lógico en su intercambio, y perdieron el control sobre las máquinas.

Esta cuarta revolución industrial está destinada a reemplazar a los humanos en una buena parte de sus tareas pero por un buen tiempo, al menos, será indispensable el cerebro humano para supervisar dichas tareas.

Serán necesarios muchos debates globales para decidir sobre el rumbo de esta evolución para que genere beneficios en vez de un efecto devastador. Y una última pregunta: ¿este será el destino del hombre? ❖