

De la Industria 1.0 a la Industria 4.0.

La revolución industrial iniciada en Europa en la segunda mitad del siglo XVIII constituyó un punto de inflexión que modificó todos los aspectos de la vida cotidiana. La tracción animal y el trabajo manual cedieron su lugar a la maquinaria. La producción, tanto agrícola como industrial, aumentó. La renta per cápita se multiplicó como nunca. Mejoraron las condiciones higiénicas, sanitarias y alimenticias. Disminuyó la mortandad infantil. Hubo un incremento espectacular de la población. Se construyeron barcos a vapor, líneas ferroviarias, carreteras y canales. El desarrollo del transporte permitió la creación de nuevos mercados nacionales e internacionales. Aumentó el consumo de energía y se hizo necesario el desarrollo urbano para que los trabajadores estuvieran cerca de las fábricas. En pocas palabras, la burguesía transitó del feudalismo al capitalismo y se convirtió en la clase media acomodada.

Veamos con más detalle cómo ocurrió este cambio tan trascendente. En el curso del siglo XVIII se generalizó la manufactura: el proceso de producción quedó concentrado en una sala de trabajo donde se reunían los obreros. Cada uno seguía trabajando con métodos artesanales, pero era un obrero que recibía un salario fijo por su trabajo. El edificio, los instrumentos de trabajo y las materias primas constituían el capital que era propiedad del empresario capitalista. A raíz de la revolución industrial el trabajo manual fue reemplazado por la máquina: nació la fábrica moderna.

La primera revolución industrial comenzó con la incorporación de ruedas giratorias, poleas y cuerdas, movidas principalmente con la fuerza animal para mecanizar la producción. La energía del vapor ya se conocía, pero su uso industrial fue el mayor descubrimiento tecnológico para aumentar la productividad humana. De esta manera, el uso de las máquinas a vapor para mover los mecanismos de las industrias aumentó ocho veces la rapidez de la producción.

Entre 1765 y 1790, el perfeccionamiento del diseño de máquinas a vapor permitió la sucesión de una serie de tentativas de conseguir aplicar la máquina a vapor como fuente de fuerza motriz para la industria, y los medios de transporte, en particular el más avanzado en esa época: el barco.

Por otra parte, los primeros ferrocarriles usaban caballos para arrastrar carros sobre rieles, pero cuando se desarrollaron máquinas a vapor, en Gran Bretaña se hicieron intentos de aplicarlas en los ferrocarriles. Así que durante los primeros años del siglo XIX se construyeron locomotoras a vapor para la tracción de vagones de ferrocarril y en 1826 se inició la construcción de la primera línea férrea entre dos ciudades (Liverpool y Mánchester).

A partir del siglo XVIII, la educación se volvió una cuestión de estatus y clases sociales, las familias burguesas retiraron a sus hijos de la enseñanza primaria popular para meterlos en los internados y los colegios. Las escuelas fueron diseñadas como motores económicos para abastecer de profesionales a una sociedad industrial, basada en la producción y el consumo masivo.

La doctrina conocida como liberalismo económico, que se había desarrollado desde el final del siglo



XVII hasta el inicio de la Revolución Francesa, surgió de la lucha contra el absolutismo y en el siglo XIX reclamaba la mínima intervención del Estado en la economía.

La primera revolución industrial provocó profundos cambios no sólo en la economía, también transformó la sociedad el siglo XIX. Los cambios en las costumbres impusieron nuevos gustos y se renovó el sistema de clases sociales. Dichos cambios fueron de tanta importancia que se habla de una «sociedad industrial» para diferenciarla de la sociedad anterior, pre-industrial o agraria en la que la familia era una unidad de consumo y también de producción.

En la sociedad industrializada y urbanizada hay más individuos juntos físicamente, pero que se conocen menos entre ellos. Se achica la distancia física entre los habitantes de la ciudad, pero las relaciones se vuelven más distantes. Las reacciones frente a lo que le sucede a los demás, son más indiferentes. Disminuye la solidaridad, pero se es más tolerante con el que es distinto. No hay tanto temor a la innovación, porque lo nuevo es algo cotidiano y el hombre se acostumbra a vivir en cambio permanente. La maquinaria y el trabajo mecanizado le permitieron a la mujer realizar tareas similares a las del hombre y las jóvenes que trabajaban en las industrias, no se distinguían en su apariencia de sus compañeros varones. La familia burguesa estaba basada en la autoridad paterna. La ley consagraba el poder del marido sobre la esposa y del padre sobre los hijos. El salario o los bienes que poseen los hijos y la esposa pertenecen al padre. El sistema económico que prevalecía era el capitalismo, en el que los individuos privados y las empresas de negocios llevan a cabo la producción y el intercambio de bienes y servicios mediante complejas transacciones en las que intervienen los precios y los mercados.

En conclusión, la mecanización de la producción industrial y el uso de las máquinas a vapor tanto en las plantas industriales como en los nuevos medios de transporte, constituyen la esencia de la llamada Industria 1.0.

La locomotora a vapor fue uno de los avances más importantes del siglo XIX, también llamado el siglo de la industrialización. También se inventó la fotografía, el telégrafo, el teléfono, la lámpara incandescente, el generador eléctrico, el fonógrafo, el motor eléctrico, el avión y la radio. En definitiva, el uso de la electricidad como una nueva forma de energía junto con el desarrollo de la química orgánica fueron los acontecimientos científicos y tecnológicos que aceleraron los procesos industriales y cambiaron la forma de vida de los ciudadanos de prácticamente todo el mundo.

La expresión distintiva de esta segunda revolución industrial fue la presencia abrumadora de las máquinas y la producción en serie que se transformó en un aumento notable de la productividad.

Entre las consecuencias del uso de los antedichos avances científicos y tecnológicos están: la aparición de nuevas formas de gestionar el trabajo incluidas la subdivisión de tareas y la reducción de movimientos innecesarios de los obreros, la sustitución del «gran capitalista» por los accionistas, la reducción de la competencia, la tendencia al monopolio y la configuración de un nuevo imperialismo a partir del surgimiento de nuevas potencias mundiales.

Es así que los nuevos procesos de industrialización y producción, el crecimiento económico, el uso



intensivo de las fuentes de energía y los avances científicos y tecnológicos ocurridos entre 1870 y 1914, definieron la Industria 2.0.

El mundo atravesaría por dos guerras mundiales entre 1914 y 1945. Estos conflictos bélicos involucraron a casi la totalidad de las grandes potencias mundiales y tuvieron un enorme costo en vidas humanas: dieciséis millones en la primera y casi sesenta millones en la segunda.

Durante la Primera Guerra Mundial (1914-1919), los tanques fueron protagonistas junto con las bombas, los dirigibles, los submarinos, el gas venenoso, la fotografía aérea, los aviones armados, el uso del telégrafo, la radio, el teléfono y los mensajes codificados.

Sin embargo, el desarrollo de la sociedad actual es debido en gran parte, a las innovaciones derivadas de la Segunda Guerra Mundial como: la energía nuclear, la criptografía, las computadoras electrónicas, los medicamentos, las vacunas, el motor a reacción, los aerosoles, los aviones con cabina presurizada y la radionavegación, entre otros.

La tercera revolución industrial inició a partir del final de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) y se caracterizó por la automatización de los procesos industriales, con base en el uso de la electrónica, la informática, la teoría de sistemas de control y sobre todo, por el desarrollo de las computadoras digitales.

Por añadidura, un invento que estaba latente fue la televisión, que comenzó en 1926 y cuyo desarrollo se vio disminuido por la Segunda Guerra Mundial, pero en 1945 se establecieron las normas para regular los dos sistemas de exploración de la señal televisiva. En Estados Unidos se adoptó un sistema de 525 líneas y en Europa el sistema adoptado fue de 625 líneas. En 1950 se inició la era de la televisión a color y en 1980 empezó el proceso de digitalización.

El anhelo de una vida mejor después de la Segunda Guerra Mundial llevó a los Estados Unidos a un boom en el número de nacimientos, un aumento en la construcción de casas y escuelas, nuevas fábricas, supermercados, aeropuertos y una gran cantidad de zonas suburbanas. Además, a partir de 1948 se produjo un verdadero auge en el uso de electrodomésticos: mezcladoras, picadoras, batidoras, peladoras, licuadoras, tostadoras, cuchillos eléctricos, hornos eléctricos y de microondas, lavavajillas, freidoras, extractores de jugos, refrigeradores, congeladores, aspiradoras, secadoras de ropa, etcétera, etcétera.

En consecuencia, la llamada Industria 3.0 se basó en la producción flexible que a su vez, se realiza debido a las máquinas con control numérico, los robots y los centros de maquinado. La flexibilidad en la producción permite pasar de un tipo de producción a otro y evita el tener que cambiar equipos o plantas para pasar de la producción de un bien a otro.

La administración de la producción al minuto y el manejo de materiales con cero inventarios son característicos de la Industria 3.0 que ha sido posible mediante el uso de las computadoras, que han pasado de una primera generación basada en válvulas electrónicas (1946), a la segunda basada en transistores (1959), a la tercera basada en circuitos integrados (1963) y a la cuarta basada en microprocesadores (1973).



Otra de las características de la Industria 3.0 ha sido el aumento en la cantidad y alcance de las importantes alianzas estratégicas entre las grandes empresas internacionales, sobre todo en los campos de las telecomunicaciones, la industria automotriz y la microelectrónica.

La producción masificada de equipos electrónicos de alta tecnología es otra de las características particulares de la Industria 3.0, incluida la obsolescencia programada que consiste en que los fabricantes calculan y planifican el tiempo para que los productos dejen de servir en un tiempo determinado y así obligar a las personas a comprar uno nuevo. La obsolescencia programada se maneja desde una triple perspectiva: funcional o tecnológica, calidad del producto y psicológica.

Una de las consecuencias de la Industria 3.0 ha sido el deterioro del medio ambiente. Por ejemplo: debido a que los aerosoles contenían clorofluorocarbonos, se produjo un adelgazamiento en la capa de ozono en la estratósfera, que protege a la Tierra de la radiación en la banda de los rayos ultravioleta. Pero el deterioro del ambiente no solo es debido a los aerosoles. Otros ejemplos del deterioro del medio ambiente son: el calentamiento global y la desertificación debido al aumento en los niveles de bióxido de carbono y otros contaminantes atmosféricos, la contaminación del agua por la presencia de agentes químicos y biológicos, la «marea negra» por los derrames de hidrocarburos, el abuso en el uso de los plásticos que no se degradan fácilmente y se acumulan en los basureros a cielo abierto y en las grandes masas de basura que flotan en los cuerpos acuáticos, la contaminación de los alimentos debido al uso de pesticidas en la agricultura, la contaminación del aire que causa graves enfermedades respiratorias, cardíacas y neurológicas, la pérdida de la biodiversidad y la extinción acelerada de especies, entre otros.

La primera revolución industrial se basó en el vapor, la segunda en la energía eléctrica y la producción en masa y la tercera en la electrónica y la informática, que permitieron la producción automatizada. La cuarta revolución industrial es el fundamento de la Industria 4.0. El concepto de Industria 4.0 surgió en Alemania en 2011 para hacer referencia a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología. La cuarta revolución industrial no está completada aun. Está caracterizada por el uso de sistemas ciberfísicos que son mecanismos (sistemas físicos) controlados o monitorizados por algoritmos basados en computación y estrechamente integrados con internet, que usan la toma de decisiones en tiempo real para lograr la máxima eficiencia en todos los procesos de la cadena de valor. Además incorpora otros elementos como Internet de las cosas, la ingeniería inversa, Internet de la gente, inteligencia artificial, comercio electrónico y el uso de nanotecnologías y nuevos materiales, entre otros.

Entre los beneficios esperados de la Industria 4.0 destacan: el desarrollo tecnológico y dinamizado de la economía, la flexibilidad en la producción, atención al cliente de forma más personalizada, optimización en la toma de decisiones, aumento en la productividad, nuevas oportunidades de negocio y el desarrollo de nuevos productos más amables con el medio ambiente.

Pero la cuarta revolución industrial y el desarrollo de la Industria 4.0 han tenido que enfrentar la mayor crisis sanitaria y económica de la historia reciente: la pandemia de CoVid19. El mundo continúa luchando contra la pandemia. La cadena de suministro global se ha visto afectada: unos fabricantes han dejado de producir, otros han visto muy reducida la demanda y otros han experimentado un aumento en la demanda.



Sin embargo, las tecnologías que forman parte de la Industria 4.0 son la clave para superar esta crisis y evitar el estancamiento económico. La Industria 4.0 nos coloca en el borde de una revolución tecnológica que modificará la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos.

En esta situación, las universidades y las instituciones educativas juegan un papel importante, y es claro que se necesitan programas educativos renovados y nuevas formas de educar a las generaciones actuales y futuras, para que estén preparadas para asumir los retos tecnológicos y administrativos en los ambientes laborales de la Industria 4.0.

