

“El cambio tecnológico y la sociedad del futuro”

Dr.-Ing. Mario Solari

Vicepresidente 1º, Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires.

7 de noviembre de 2018

1. Introducción

El propósito del trabajo es analizar el impacto en la sociedad de los avances tecnológicos, con el objeto de contribuir al diagnóstico del estado de situación en la Argentina, y proponer acciones para impulsar el desarrollo integral sostenible de la sociedad.

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's) está cambiando las reglas económicas y sociales, afectando nuestro estilo de vida, y a nuestra propia humanidad. Hay evidencias que estamos entrando en una cuarta fase de la revolución industrial iniciada a fines del siglo XVIII. La digitalización creciente de la economía y la sociedad, constituye la fuerza impulsora del desarrollo de la denominada cuarta etapa de la revolución industrial.

Reconozco que es difícil analizar un proceso de cambios, con pretensiones de ser denominado “revolución”, cuando recién está comenzando a desarrollarse. Para comprender lo que está sucediendo, trataremos de analizar las causas y evolución de las transformaciones socio-económicas que comprenden la denominada “revolución industrial”. Comenzaré examinando brevemente los inicios del proceso de la primera revolución industrial, que se desarrolló en Gran Bretaña a partir de mediados del siglo XVIII. Luego, describiré el proceso de la revolución industrial hasta llegar a la cuarta etapa, presentaremos brevemente las tecnologías que involucra y las transformaciones que originan, sus beneficios y sus riesgos. A continuación, analizaremos el caso de Argentina y el posible rol de las Academias durante este proceso de cambios profundos. Finalmente propondré algunas contribuciones que puedan realizarse en el marco de las Academias para beneficio de nuestra sociedad.

2. El proceso de la primera revolución industrial

Se conoce como primera revolución industrial al proceso de crecimiento económico que, entre las últimas décadas del siglo XVIII y mediados del siglo XIX, experimentó Gran Bretaña. Luego, el proceso se propagó a toda Europa y Estados Unidos. Este proceso se caracterizó por permitir un aumento sostenido de la renta per cápita de magnitud superior a cualquier

VII Encuentro Interacadémico “Academias, conocimiento y sociedad”– 2018

otro periodo anterior en la historia. Aunque, la desigualdad del ingreso entre las sociedades del mundo ha alcanzado actualmente niveles nunca vistos como consecuencia de la revolución industrial¹.

Los cambios producidos durante el período de la edad moderna, tales como el descubrimiento de América y la circunnavegación de África, la Reforma, la Ilustración, la revolución científica, y la revolución francesa, contribuyeron a que el sistema de comercio y producción vigente en la edad media, colapsara y diera origen a una economía capitalista industrial, con propietarios de los medios de producción y trabajadores asalariados. Particularmente, el descubrimiento de América dio un enorme impulso al comercio, la industria, la navegación, abriendo nuevos mercados, y transformando la sociedad feudal.

Para analizar el inicio y evolución de estas complejas transformaciones consideraremos algunos aspectos históricos, políticos, económicos, tecnológicos, científicos, sociales y sociológicos. Pretendo mostrar la necesidad de un enfoque multidisciplinario para comprender el fenómeno, aclarando que no es mi intención realizar un análisis exhaustivo del mismo.

A partir de 1707, la consolidación del Reino Unido de Gran Bretaña y el sistema de libertades y conquistas políticas, producto de las revoluciones del XVII, crearon las bases para una prosperidad que permitió el inicio de la revolución Industrial. A mediados del siglo XVIII el Imperio Británico logró consolidar un enorme mercado, que se constituyó en uno de los motores de la revolución industrial naciente. La iniciativa privada mejoró la infraestructura de transporte, constituyendo un sistema de canales interiores. El Canal de Bridgewater, inaugurado en 1761, permitió al pequeño pueblo de Worsley, Condado de Manchester, ampliar su industria basada en el tejido del algodón, explotación del carbón, fundición y forja del hierro, y fabricación de ladrillos.

En 1760, año elegido como hito convencional para señalar el inicio de la revolución industrial, aún persistían numerosas regulaciones en Gran Bretaña, originadas en el sistema medieval, que luego paulatinamente fueron reemplazadas por el libre comercio. Estas regulaciones evidenciaban los privilegios exclusivos que tenían las corporaciones o gremios. Había en Inglaterra regiones con más libertad para el comercio que otras, por ejemplo Mánchester. Es decir, regiones en que las corporaciones perturbaban menos

¹ Versión escrita de la conferencia pronunciada en el Centro de Estudios Públicos el 26 de septiembre de 1996. Traducción del inglés del Centro de Estudios Públicos. LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: PASADO Y FUTURO, Robert E. Lucas, Jr., Universidad de Chicago, Premio Nobel de Economía 1995, Chile, Revista Estudios Públicos | Nº 64, 1996.

a los incipientes industriales. Adam Smith², en 1776 analizó el sistema de regulaciones y protección de la industria de Gran Bretaña existente en 1760. ya existía el derecho de patente, y había empresarios privados dispuestos a financiar el cambio tecnológico. Gran Bretaña era líder mundial en la exportación de bienes industriales y un cuarto de su población activa trabajaba en el sector secundario. Destacó la necesidad de garantizar la libertad, la propiedad y el funcionamiento del mercado de manera de armonizar los intereses de la persona y de la comunidad. Mostró que una adecuada división y organización de las diferentes operaciones de fabricación ocasiona un incremento proporcional en la capacidad productiva del trabajo.

Durante la primera revolución industrial convivieron viejas y nuevas tecnologías, y también antiguas y nuevas formas de organización del trabajo. Ese carácter todavía dual de la economía hizo que el crecimiento económico fuera más lento de lo que se creyó inicialmente.

Engels³ destacó que las tres palancas fundamentales que cambiaron el mundo fueron la división del trabajo, la utilización de la fuerza hidráulica y de la fuerza del vapor, y el maquinismo. Las industrias que protagonizaron el inicio del proceso de la revolución industrial de Inglaterra, empleando las mencionadas palancas, fueron la industria textil, la industria minera, la industria metalúrgica, y fundamentalmente la industria de fabricación de máquinas.

Analicemos primero el desarrollo de la industria textil. La primera invención que transformó profundamente la situación de los obreros ingleses de entonces (1764), fue la maquina hiladora Jenny (Spinning- Jenny), que permitió que hubiera más hilo del que podían tejer los obreros existentes. Así es cómo comenzó la división del trabajo entre tejido e hilado. Luego de varias optimizaciones en 1785 se desarrolló el telar mecánico, movido por caballos, ruedas hidráulicas o bien máquinas a vapor de James Watt, inventada en 1764.

Este proceso generó desempleados subsistiendo gracias a las Leyes de Pobres. En 1820 se originó un movimiento de destrucción de máquinas, *luddismo*, que se extendió por las regiones algodoneras y lanera. Algunos pocos de los emprendedores que introdujeron las innovaciones se transformaron en industriales e hicieron fortuna, pero otros no lograron un reconocimiento, o no le pagaron lo que correspondía por sus patentes, o

² Smith, Adam, “La riqueza de las Naciones”, Ciudad, Alianza Editorial, 2011.

³ ENGELS, F., “La Situación de la Clase Obrera en Inglaterra”, 1845. Traducido del libro "Die Lage der Arbeitenden Klasse in England" Zweite Auflage, Stuttgart, 1892.

VII Encuentro Interacadémico “Academias, conocimiento y sociedad”– 2018

simplemente quebraron sus empresas y murieron pobres, o incluso se tuvieron que exiliar.

¿Cuáles eran los problemas tecnológicos que requerían una solución ingenieril? A principios del siglo XVII la minería estaba incrementándose tanto en Europa como en América. El español Jerónimo de Ayanz y Beaumont (1553-1613), fue un pionero en intentar emplear la fuerza del vapor para propulsar el agua acumulada en las minas. Pero, no existía en España un contexto económico, político y cultural amigable con el desarrollo. Luego, Ayanz, precursor de la máquina de vapor, y de otras soluciones técnicas, no logró el suceso esperado y fue olvidado.

Había pasado un siglo desde los intentos de Ayanz cuando Thomas Savery (1650-1715) desarrolló y patentó en Inglaterra una máquina de vapor que constituyó un avance en el camino de solucionar el problema de las aguas subterráneas en la industria minera. Luego, Thomas Newcomen la perfeccionó y como empresario antes de 1733 fabricó más de 100 de estas máquinas. Pero fue el ingeniero mecánico James Watt quien patentó su máquina de vapor en 1769 quien logro una máquina que pudo ser empleada tanto para mover maquinarias textiles, ferrocarriles y barcos a vapor. Cabe destacar, las dificultades financieras, y las debidas a las regulaciones existentes, que debió padecer James Watt hasta lograr un impacto comercial con su patente.

Las tecnologías de la primera revolución industrial, fueron introducidas por artesanos con poca o nula formación técnica, que se basaron más en la técnica y el método de prueba y error, que en los conocimientos científicos. Sin embargo, el conocimiento científico fue fundamental e imprescindible para que se produjeran las siguientes etapas de la revolución industrial.

La revolución científica se inició en Europa hacia el final de la época del Renacimiento. En el siglo XVII se comenzó a eliminar en la ciencia el principio de autoridad y la superstición, promoviendo la investigación basada en datos experimentales. La imagen del mundo se desdobló en una vertiente racional y otra religiosa. A partir de Francis Bacon, (1561-1626) la ciencia experimental (ciencia baconiana) cobró impulso, particularmente en Inglaterra. aprendiendo de las artes prácticas de los vidrieros, metalúrgicos, marinos, etc. y de los problemas prácticos y urgentes de la época, tales como la navegación, drenajes de tierras (minas) para hacer que la ciencia fuera útil. El misticismo hermético, con su larga tradición experimental, también influyó en este proceso.

En 1904, el economista y sociólogo Max Weber⁴ (1864-1920) analizó la vinculación entre el “espíritu protestante” y la cultura capitalista. Idea que todavía persiste. Thomas Kuhn⁵ (1922-1996) empleó la denominada Tesis de Merton, que acepta que los valores puritanos fomentaron tanto el interés por la ciencia como la tónica empírica, instrumentalista y utilitarista que caracterizó a esas comunidades.

La clase social que cambió el sistema de producción feudal fue la burguesía. Para Karl Marx⁶ la burguesía ha desempeñado, en el transcurso de la historia, un papel verdaderamente revolucionario. La burguesía no puede existir, si no es revolucionando permanentemente todo el sistema de la producción y con él todo el régimen social. La necesidad de encontrar permanentemente nuevos mercados, impulsa a la burguesía a establecerse por todo el planeta. Hoy la incorporación de las nuevas tecnologías permite expandir el mercado en forma casi ilimitada.

No todo el proceso fue socialmente exitoso. La gran industria de la primera revolución industrial creó una clase obrera con salarios de subsistencia, y con poca o nula perspectiva de ascenso social.

3. Las siguientes etapas de la revolución industrial

La revolución industrial reconoce tres períodos. La primera revolución industrial (1.0), que he analizado con algún detalle, se basó en la potencia del vapor de agua, que permitió el desarrollo de equipos de producción (Ej.: telar mecánico, 1784) y transporte (Ej.: ferrocarril, barcos a vapor).

La segunda revolución industrial (2.0) se extendió desde fines del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, impulsada por el empleo de energía eléctrica, los métodos de producción en masa y la división de tareas. La ciencia y la ingeniería pasaron a determinar el progreso tecnológico durante este período con los notables avances científicos primero en termodinámica, electricidad, óptica, química y biología, y luego a principios del siglo XX, con la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica, que cambiaron los paradigmas de la física y de la visión del mundo. La generación de energía eléctrica fue incorporando distintas fuentes de energía como carbón, hidroelectricidad, y petróleo. Esta segunda etapa también se caracterizó por la revolución de las telecomunicaciones, difundiendo el uso del telégrafo, y posteriormente la radio y televisión. Se desarrolló la poderosa industria automotriz y la industria aérea, que luego evolucionó en aeroespacial.

⁴ Weber, Max. *Ética protestante y el espíritu del capitalismo*. Buenos Aires, Distal SRL, 2010.

⁵ Kuhn, Thomas, “La Tensión Esencial”, España, Fondo de Cultura Económica S.A. de C.V., 1982, pp. 256.

⁶ Marx, Karl y F. Engels, *Manifiesto Comunista*, Buenos Aires, Editado por *elaleph.com*, 2000.

VII Encuentro Interacadémico “Academias, conocimiento y sociedad”– 2018

El rol de la ciencia fue ampliamente reconocido y valorado por la sociedad. Sin embargo, las tensiones entre capital y trabajo provocaron dramáticos cambios en la sociedad, que contrastaron con la denominación de “progreso” con la que se caracterizó esta época.

La tercera etapa de la revolución industrial (3.0), que se extiende hasta la actualidad, comenzó a mediados del siglo XX, con la introducción de la automatización y control, a partir del desarrollo de los circuitos integrados. Del seno de esta etapa surgió la actual revolución digital. También se incluyen dentro de la revolución industrial (3.0) el dominio de la energía nuclear, automatización, robotización, extensivo uso de computadoras, internet, PLC (Programmable Logic Controller), Manufactura Integrada por Computadora (CIM), biotecnología y nanotecnología. Durante este proceso se optimizaron aceleradamente las tecnologías existentes, junto con sucesivas incorporaciones de tecnologías disruptivas.

El Silicon Valley lidera la innovación y desarrollo de alta tecnología, recibiendo un tercio del total de la inversión de capital de riesgo en Estados Unidos. El Silicon Valley es a la revolución digital lo que fue Manchester para la primera revolución industrial. No es pura coincidencia que ambos epicentros surgieran en las potencias económicas y militares del momento.

Algunos consideran que las tecnologías disruptivas originadas en el Silicon Valley son el resultado de individuos iluminados que las crearon en el garaje de su casa. Sin embargo, existía una fuerte cultura científico tecnológica previa, originada en la inversión estatal relacionada con la defensa y el complejo militar industrial de la época de la Segunda Guerra Mundial, con vínculos con la Universidad de Stanford y la Universidad de California en Berkeley, y una cultura o contracultura local propensa a la libertad y creatividad. En 1946, la Universidad de Standford, que animaba a sus alumnos a fundar sus propias empresas, a innovar, a inventar, creó el Parque Industrial Stanford, que después de décadas paso a llamarse Silicon Valley. La primera empresa en mudarse fue Varian Associates, otros exalumnos de Stanford fundaron Hewlett-Packard. Mas tarde, William B. Shockley (1910-1989), premio Nobel de Física 1956, por sus investigaciones sobre semiconductores y el descubrimiento del Transistor, creó en 1955 una empresa que se estableció en el valle, Shockley tuvo capacidad para ganar el premio Nobel pero no para gerenciar su emprendimiento. Sin embargo, de su empresa surgieron los fundadores de Fairchild Semiconductor y de Intel. Actualmente el Silicon Valley es sede de Apple, Alphabet, Facebook, Google, Intel, Hewlett Packard, E-Bay,

Lockheed Martin, Cisco, Netflix, Oracle, Tesla Motors, Symantec, Adobe Systems, Yahoo, etc.

El químico Gordon E. Moore, fundador de la empresa Intel, afirmó en 1965, que el número de transistores de un microprocesador se duplicaría cada año. Para el año 2020, se estima que se contará con procesadores de 7 nanómetros, considerado el tamaño mínimo alcanzable debido a los límites físicos y químicos existentes. Para superar ese límite, ya se trabaja en dotar de una estructura tridimensional a los procesadores, que permita incrementar la capacidad de almacenamiento y la velocidad, sin alterar el tamaño físico. También se investiga con nuevos materiales, más allá del silicio, y con nuevas disciplinas como la computación fotónica o la computación cuántica.

Las comunicaciones progresaron con el empleo de satélites artificiales. A partir de la década del 60, la generación de electricidad basada en la energía nuclear creció significativamente hasta fines de los años 80, llegando a producir actualmente poco más del 11 % de la energía eléctrica mundial. En el último periodo de la tercera revolución industrial, el empleo de las computadoras introdujo cambios significativos en el campo tanto personal como industrial.

A fines del siglo XX, aparece en la sociedad una creciente conciencia respecto de los riesgos manufacturados, es decir los originados como consecuencia de la revolución industrial, y de las limitaciones para lograr un desarrollo integral sostenible, que incluya las dimensiones social, ambiental y ética. Se refuerza la percepción de que el “progreso” no resulta capaz de solucionar algunos de los problemas que origina. Los riesgos globales como el cambio climático determinan la agenda tecnológica.

4. La Cuarta revolución industrial.

Estamos ingresando en una cuarta revolución industrial (4.0) motorizada por un conjunto de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) de vanguardia. Se crea un enlace digital de la información que une fábricas, productos y usuarios. El impacto de las TIC's no se reduce a los cambios en la fabricación industrial, sino que afecta sustancialmente a los negocios, el trabajo y la vida cotidiana de los individuos. Esta etapa está basada en el uso de sistemas físicos-cibernéticos (Cyber Physical Systems, CPS). Cada vez más, las máquinas inteligentes se autorregularán y realizarán tareas que actualmente requieren un juicio humano.

¿Qué se entiende por Industria 4.0 y donde surgió esta iniciativa?

VII Encuentro Interacadémico “Academias, conocimiento y sociedad”– 2018

La Industria 4.0 es un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación, hecho posible por las tecnologías de la información aplicadas sobre métodos de producción avanzados de la industria 3.0.

En 2012, la Comisión Europea estableció el objetivo de impulsar la participación de la manufactura en el PIB en la región del 15% al 20% en 2020. Una de las iniciativas para lograr esta meta surgió en Alemania, con la introducción del concepto de Plataforma Industria 4.0⁷. El grupo de trabajo Industria 4.0, coordinado por la **Academia Alemana de Ciencias e Ingeniería** (*acatech- Deutsche Akademie der Technikwissenschaften*) y la empresa Bosch, efectuó las recomendaciones para que el gobierno alemán considerara a esta iniciativa como política de Estado, y que apoyara dicho proceso con miras a dar forma a la cuarta revolución industrial. Plataforma 4.0, es una guía para liderar la transición de su economía hacia la cuarta revolución industrial. **Este ejemplo muestra como las academias pueden contribuir a mejorar la sociedad a la que pertenecen.**

¿Qué tecnologías comprende la cuarta revolución industrial?

En el entorno de esta incipiente cuarta revolución industrial convergen tecnologías consolidadas como la Manufactura Integrada por Computadora (CIM) y la automatización, junto con la Robótica avanzada y colaborativa, robots autónomos, Smart Manufacturing, la inteligencia artificial, sistemas físicos cibernéticos (CPS), el análisis de datos Big Data, Web 2.0, Internet de las Cosas (IoT-Internet-of-Things), tecnologías 4G y 5G, comunicaciones móviles, computación en “la nube”, la comunicación máquina a máquina, las plataformas sociales, la fabricación aditiva o impresión 3D, la realidad aumentada, simulación computacional y seguridad cibernética.

La tecnología Big Data comprende el análisis, administración y manipulación inteligente de una gran cantidad de datos a través de modelos de descripción, predicción y optimización, para una mejor y más eficiente toma de decisiones. La explotación inteligente de los datos industriales es la vía para una mejor gestión de todos los recursos disponibles.

Los recursos computacionales, tales como servidores, almacenamiento y aplicaciones, pueden hoy ser utilizados a medida que se requieren, y con acceso desde cualquier dispositivo móvil o fijo conectado a Internet. Esta

⁷ Plattform industrie 4.0 , “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0”. Final report of the Industrie 4.0 Working Group, acatech – National Academy of Science and Engineering, April 2013.

plataforma compartida se denomina *La nube* (Cloud Computing) y permite la interoperabilidad a través de la tecnología IoT. La industria puede aprovechar esta infraestructura en cualquiera de sus ámbitos y procesos.

La tercera fase de la revolución industrial (3.0) había permitido el desarrollo de la robótica. Ahora, la Robótica Colaborativa emplea robots industriales que ya no están en un entorno cerrado de trabajo y aislados unos de otros, sino que compartirán su espacio con trabajadores humanos con quienes colaborarán. Una nueva generación de robots ligeros, y manejables configurarán la denominada “fábrica inteligente”.

Las empresas establecerán redes globales que incorporarán su maquinaria, sistemas de almacenamiento de información y facilidades de producción en la forma de Sistemas Físicos-Cibernéticos (Cyber-Physical Systems - CPS). Un sistema ciber-físico es todo aquel dispositivo que integra capacidades de computación, almacenamiento y comunicación para controlar e interactuar con un proceso físico. Las tecnologías informáticas y de la comunicación, incorporadas en todo tipo de dispositivos, permitirá dotarlos de “inteligencia” y autonomía, lo que redundará en una mayor eficiencia. En el entorno de fabricación, estos sistemas Físicos-Cibernéticos serán capaces de intercambiar información de forma autónoma, desencadenando acciones y controlándose entre ellas en forma independiente. Estos sistemas se emplearán en el transporte, automóviles, fábricas, procesos industriales, hospitales, oficinas, hogares, ciudades y dispositivos personales, configurando una nueva generación de elementos interconectados.

Las fabricas inteligentes (Smart Factory) permitirán la toma de decisiones autónomas por parte de los sistemas físicos cibernéticos, mediante el aprendizaje de las máquinas y el análisis de datos (Big Data).

Las tecnologías de la información hacen posible un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor, a través del ciclo de vida del producto, y a lo largo de los sistemas de fabricación. Los sistemas de fabricación integrados conectan verticalmente los procesos empresariales dentro de las fábricas y las empresas, y conectan horizontalmente las cadenas de valor, permitiendo gestionar en tiempo real desde el momento en que se realiza un pedido hasta la logística de salida.

La integración de estas tecnologías permite facilitar una producción industrial de mayor valor agregado, altamente flexible y capaz de la individualización de los productos. Por ejemplo, la industria automotriz propone un sistema de producción altamente automatizado capaz de satisfacer individualmente a los clientes. Teóricamente cada automóvil

producido puede ser adecuado a los requerimientos del cliente. Muy lejos de lo que en tiempos de la cadena de montaje 2.0, decía Henry Ford: “*un cliente puede tener su automóvil del color que desee, siempre y cuando desee que sea negro*”. Los autos autónomos permiten a una persona desplazarse sin la necesidad de conducir. Este es uno de los grandes desafíos para muchas empresas.

Actualmente, aproximadamente el 80% de todas las máquinas físicas aún son “activos oscuros” (*dark assets*) no conectados a internet, cuando a un *dark asset* se lo conecta a internet de repente existe. Se sabe dónde está, que está haciendo, y se puede hacer un análisis de los datos y tomar decisiones inteligentes.

Una tecnología de fabricación típica de la cuarta revolución industrial, que ha crecido impulsada por las TIC’s, es la Fabricación Aditiva / Impresión 3D. Esta tecnología permite la fabricación de un cuerpo sólido a partir de la deposición de finas capas sucesivas de un material, normalmente en polvo, hasta conformar la figura y forma deseada. Las tecnologías aditivas son lo opuesto de las tecnologías sustractivas (mecanizado o fresado) usadas en la fabricación tradicional.

Klaus Schwab⁸, economista y empresario alemán, fundador de Foro Económico Mundial (Foro de Davos), describe los nuevos avances tecnológicos que estima sean ampliamente utilizados en 2025: tecnologías implantables en humanos (entre las que se destaca el primer teléfono implantable comercialmente), visión conectada a internet (anteojos inteligentes), vestimenta conectada a internet, acceso frecuente a internet del 90% de la población mundial, acceso ilimitado y gratuito a almacenamiento de datos, internet de y para las cosas, hogar conectado, ciudades inteligentes, Big Data e inteligencia artificial para la toma de decisiones, vehículos sin conductor, robótica y servicios, Bitcoin y Blockchain, economía colaborativa, impresión 3D aplicada a la fabricación de automóviles y a la salud humana.

¿Cómo se preparan los principales países industriales ante las nuevas tecnologías?

Un fuerte consenso entre las principales potencias mundiales considera que la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) pueden contribuir al desarrollo sostenible e inclusivo de las naciones. Por lo tanto, han elaborado planes con el objeto de proporcionar una guía aplicable para beneficio

⁸ Schwab, Klaus, “La cuarta revolución industrial”, Barcelona, Penguin Random House Grupo Editorial, 2016.

VII Encuentro Interacadémico “Academias, conocimiento y sociedad”– 2018

prioritariamente de la sociedad a la que pertenecen, aunque en algunos casos también manifiestan el deseo de contribuir a un futuro más próspero para todo el mundo. Además de Alemania, China, Japón, Reino Unido y Estados comenzado a implementar las nuevas tecnologías según la siguiente planificación:

- **China:** apuesta a su Plan *Made in China 2025*. El Plan consta de Fase 1: 2015-2025 “*MADE IN CHINA 2025*”, Fase 2: 2025-2035 Destinado a fortalecer la posición, y Fase 3: 2035-2045 Liderar en innovación. Tiene por objetivos que la industria manufacturera China debe ascender en la cadena de valor. Es una Estrategia para transformar a China en una poderosa potencia tecnológica. Capaz de superar a Japón, Alemania y Estados Unidos en 2049. Producción local: 40% en 2020 y 70% en 2025. Política de “innovación autóctona”. Considera prioritaria la Seguridad Nacional.
- **Japón:** tiene su Plan *5th Science and Technology Basic Plan* (December 18, 2015). Está destinado a hacer crecer la economía nacional y crear empleos, asegurar la salud y la seguridad hacer las vidas más prósperas y contribuir al desarrollo global. Promueve fuertemente la política de innovación en ciencia y tecnología como una política importante para la economía, la sociedad y el público.
- **Estados Unidos, USA:** presentó el 2012 *Strategic Plan for Advanced Manufacturing*. 2014 *Revitalize American Manufacturing and Innovation Act*. El Presidente debe elaborar cuatrienalmente una estrategia nacional para la fabricación avanzada a partir del año 2018. Intenta revertir la pérdida de capacidad de innovar debida a la baja actividad fabril frente al crecimiento de los servicios.
- **Reino Unido, UK:** presentó el 2012 *Strategy High Value Manufacturing de 2012*. Destinado a saber fabricar para explotar industrialmente los desarrollos científicos- nanociencias y biociencias. Considera la recuperación de una actividad industrial que había pasado de representar un 20% del PIB en 1997 a un 11% en 2009.

Cuando se describe el impacto de las TIC’s parece que su brillo hace perder la perspectiva del mundo físico de las maquinarias y dispositivos. Parece que todo ese mundo físico esta irremediabilmente destinado a desaparecer. En los países avanzados la actividad industrial descendió considerablemente hasta principios del siglo XXI. Hoy se considera que la baja actividad fabril frente al crecimiento de los servicios es una debilidad que afecta la capacidad de innovar y que se debe revertir.

¿Cuáles son los riesgos sociales y tecnológicos asociados con los cambios?

El premio nobel de economía 2014, Jean Tirole⁹ dice que, desde el rotundo fracaso económico, cultural y medioambiental de las economías planificadas, desde la caída del muro de Berlín y la metamorfosis económica de China, la economía de mercado ha pasado a ser el modelo dominante de organización de nuestra sociedad.

Entre los desafíos para la economía del bien común provenientes de las nuevas tecnologías, Tirole plantea que, debe responder ¿Cómo proteger a los trabajadores asalariados y no asalariados? ¿Cómo prepararnos mediante la educación para este nuevo mundo? ¿Cómo se van a adaptar nuestras sociedades? ¿Cómo manejar la propiedad de los datos? ¿Cómo resolver los problemas fiscales?

Tirole nos recuerda que el empleo agrícola de Estados Unidos pasó del 41% al 2% en un siglo, la destrucción de puestos de trabajo se compensó con la creación de nuevos. El desafío actual es resolver el desempleo o el empleo mal remunerado en el corto plazo. En la era digital los trabajadores más vulnerables son los empleados con salarios intermedios (personal administrativo, obreros, artesanos) que tienden a ser reemplazados. Se estima que el 47% de los empleos de USA son susceptibles de ser automatizados por medio de inteligencia artificial y robots en el término de 15 a 20 años. Los que están más alto de la escala salarial, técnicos, ejecutivos y profesionales, cuyas competencias son complementarias con la informática, tienden a beneficiarse con las nuevas tecnologías, y es menos probable la automatización de sus trabajos.

En la economía digital, se produjo el dominio de lo económico sobre lo técnico. El mercado, el marketing y los análisis de tendencias determinan lo que los ingenieros deben hacer. Hay una sumisión de lo científico a lo emprendedor. La gran industria que caracterizó a la revolución industrial también está transformándose. El capitalismo industrial mutó en capitalismo financiero con modos de producción posindustrial. El trabajador se convierte en empresario. La distinción entre burguesía y proletariado desaparece. Disminuyen los trabajos asalariados, mientras se promueve al ingeniero/empresario/emprendedor. El sistema impulsa que los riesgos de capital y laborales se concentren en los emprendedores, que compiten entre sí, la mayor parte de las veces sin éxito, por lograr una innovación disruptiva

⁹ Tirole, Jean, “La Economía del Bien Común”, Barcelona, Random House Grupo Editorial, 2017.

que origine un “unicornio”. La cultura consumista ocupa cada vez mayores espacios realimentando la revolución digital. La obsolescencia programada es una estratagema muy difundida entre los fabricantes.

Para Eric Sadim¹⁰ asistimos a una forma extrema de liberalismo, que denomina “*tecnoliberalismo*”. Resultante de una alianza entre la avanzada de la investigación tecnocientífica, el capitalismo más aventurero y los gobiernos social-liberales. Para Eric Sadin “*lo que el espíritu de Silicon Valley destruyó en el transcurso de una generación y a una velocidad exponencial son los principios del humanismo europeo que afirman la autonomía del juicio y libre elección, y que inducen un corolario, el principio de responsabilidad y el derecho de las sociedades a decidir su destino común*”.

La cantidad de información y capacidad de análisis que procesa el Big data, y la inteligencia artificial, sobrepasa las capacidades sensoriales y cerebrales humanas. Se origina la necesidad de una transferencia de la responsabilidad humana, del individuo consciente y responsable de sus actos, a la inteligencia fiable de las máquinas. Siguiendo a Eric Sadin¹¹, esta humanidad paralela (digital) es capaz de procesar y administrar de manera incomparablemente más eficaz esa información (Big Data). La administración robotizada de nuestra existencia, a la cual le concedemos el poder de guiar el curso de nuestra cotidianidad, limita el ejercicio de nuestra facultad de juicio en el aquí y ahora.

Para Byung-Chul Han¹², la sociedad del control digital hace un uso intensivo de la libertad. Los medios sociales se equiparan cada vez más a los panóptico digitales, que vigilan y explotan lo social en forma despiadada. En lugar de un poder opresor se emplea un poder seductor “inteligente”. Los residentes del panóptico digital se comunican intensamente y se desnudan por su propia voluntad: el Big Brother digital. Estamos en la época de la psicopolítica digital. El Big Data es un instrumento psicopolítico muy eficiente que permite intervenir en la psique y condicionarla a un nivel prereflexivo. Constituye un gran riesgo para la privacidad de las personas, ya que permite la manipulación de las voluntades individuales por razones que dicta el consumo o por razones políticas. Aun no se disponen de herramientas de uso individual para contrarrestar esta manipulación.

¹⁰ Sadin, Eric, “*La Silicolonización del Mundo: la irresistible expansión del liberalismo digital*”, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Caja Negra Editora, 2018.

¹¹ Sadin, Eric, “*La Humanidad Aumentada. La administración digital del mundo*”, Buenos Aires, Caja Negra Editora, Futuros Próximos, 2017.

¹² Byung-Chul Han, “*Psicopolítica Liberalismo y nuevas técnicas de Poder*”, Buenos Aires, Herder, 2017.

Por otra parte, el desarrollo de las ciencias biológicas y las TIC’s, por medio de las ingenierías biológica (Proyecto Genoma Humano), ingeniería de cyborgs (Conectar un cerebro a una computadora), y de vida inorgánica (Proyecto Cerebro Humano - crear una mente dentro de una computadora), configuran fascinantes proyectos cuyos riesgos aún no han sido convenientemente evaluados.

La evolución de la técnica para mejorar algunas funciones del cuerpo humano tuvo un salto acelerado con la revolución industrial. Desde el comienzo de nuestra evolución, hemos desarrollado “prótesis” para incrementar nuestras capacidades motoras (desde las flechas hasta los viajes espaciales), capacidades sensoriales (percepción de estímulos externos e internos vista, olfato, oído, gusto, tacto), capacidades cerebrales (memoria), y capacidades de reconocer la realidad circundante y de relacionarse con ella (lenguaje, escritura, arte). Actualmente se intenta la conexión del cerebro humano a una computadora para ampliar sus capacidades naturales. ¿Hay un límite ético para el desarrollo de las “prótesis”?

Sigmund Freud¹³ escribió en 1929 *“El hombre ha llegado a ser por así decirlo, un dios con prótesis: bastante magnífico cuando se coloca todos sus artefactos; pero éstos no crecen de su cuerpo y a veces aun le procuran muchos sinsabores”*..... *“Tiempos futuros traerán nuevos y quizá inconcebibles progresos en este terreno de la cultura, exaltando aún más la deificación del hombre”*.

¿Estamos preparados en la Argentina para enfrentarnos con estos cambios?

Nuestro país, está en el límite entre ser considerado país emergente o país fronterizo. No disponemos de un Plan de Desarrollo que sea política de Estado. Un tercio de la población está por debajo de la línea de pobreza, tenemos un desarrollo industrial parcial, que podríamos calificar como industrias 2.0, y algunos sectores 3.0, con una infraestructura científico-tecnológica relevante, con algunos grupos con brillo internacional, y una mayoría con muchas carencias, una insuficiente infraestructura de transporte y comunicaciones, existe una incipiente industria 4.0, coexistiendo con sectores de economía tradicional de baja productividad y con poca incorporación de tecnología. La educación arrastra décadas de decadencia.

Sin embargo, un claro ejemplo demuestra que es posible en nuestro país incursionar en el campo de las tecnologías avanzadas, esto ocurre cuando

¹³ Freud, Sigmund, *“El malestar en la cultura”* (1929), Madrid, Editorial Alianza, 2010.

hay decisión política. La CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica), tuvo logros que trascendieron los diferentes gobiernos desde su fundación en 1950 hasta ahora. Los resultados no solo se contabilizan por los reactores nucleares y la energía eléctrica producida, producción de radioisótopos, exportación de tecnología nuclear (INVAP), sino también por la gran formación de recursos humanos, y transferencia de tecnología por medio de una política clara de integración de la industria nacional. La cultura de excelencia tecnológica lograda fue tan fuerte que sobrevivió los períodos en que la política nuclear dejó de ser política de estado. El desarrollo de la tecnología satelital se inscribe en un marco similar de excelencia. La industria automotriz basada en otros principios, no reúne antecedentes similares. Tampoco lograron esa cultura de excelencia algunas de las instituciones que están dentro del sistema científico tecnológico nacional.

Concluimos que como país aún no estamos listos para afrontar el entorno 4.0, debemos avanzar en el diagnóstico, y en la definición y ejecución de las estrategias más apropiadas. No resultará fácil dar gran un salto tecnológico sin pasar por las etapas aún pendientes de la revolución industrial. Como personas (individuos de la especie humana), configurados por una lenta evolución, tampoco estamos preparados para el impacto de las TICs, en particular en lo que se refiere a su influencia sobre los seres humanos.

5. Lecciones aprendidas del proceso de la revolución industrial y digital.

Este breve e incompleto análisis nos muestra la necesidad de implementar en nuestro país políticas de desarrollo integral¹⁴ capaces de crear empleos, asegurar la salud y la seguridad, hacer las vidas más prósperas y contribuir al desarrollo global.

Para ello propongo promover fuertemente la política de innovación en ciencia y tecnología como una política importante para la economía, la sociedad y el público. Esta debe ser considerada como política de Estado y con un nivel de inversión adecuado.

El modelo industrial debe constituir el núcleo de la modernización y se debe lograr un desarrollo armónico entre industria y servicios. Para el estado actual de desarrollo argentino se debe contemplar la coexistencia entre viejas y nuevas tecnologías, y también antiguas y nuevas formas de organización del trabajo. Se requiere innovación institucional e innovación tecnológica

¹⁴ El desarrollo integral está destinado a satisfacer las necesidades humanas, tanto materiales como espirituales; con especial atención a las necesidades no satisfechas de las mayorías poblacionales con bajos ingresos, consiste en una serie de políticas que trabajan conjuntamente para fomentar el desarrollo sostenible del país.

VII Encuentro Interacadémico “Academias, conocimiento y sociedad”– 2018

para aprovechar las heterogéneas capacidades existentes durante el proceso de transición hacia el desarrollo integral.

El modelo de Estado que prevalece entre los países occidentales avanzados es el de economía mixta. El estado y el mercado son complementarios y no excluyentes. El mercado necesita regulación y el Estado competencia e incentivos. El Estado debe neutralizar el impacto de los Grupos de presión organizados que actúan en contra del bienestar general. La apertura económica es necesaria, pero la apertura al libre comercio no debe significar *laissez faire*, sino un manejo económico basado en una estrategia de desarrollo adecuada al estadio en que se encuentra cada sociedad.

Se debe formar capital humano basada en la autonomía intelectual de científicos y tecnólogos. Se requiere una Universidad con formación e investigación de calidad, que también forme innovadores/emprendedores, junto con fuerte Educación Técnica para satisfacer los requerimientos tanto del mundo físico como digital, por medio de aprendizaje a través de la práctica.

Se debe establecer una visión compartida por la sociedad que integre valores éticos y morales, con el mundo de la ciencia y técnica y las empresas, actuando dentro del contexto de las instituciones culturales y sociales. La capacidad para la invención innovación productiva no siempre va de la mano de las capacidades gerenciales. Se debe promover una cultura que valore la dedicación al trabajo, enfatizando el rol del trabajo científico, técnico, y de la gestión.

Como parte del diagnóstico de la situación actual se propone evaluar los riesgos para la sociedad y el ambiente consecuencias de las nuevas tecnologías.

Se debe prestar atención a las necesidades de la defensa nacional y de la seguridad informática. A través de los organismos competentes se debe determinar las necesidades y articular políticas vinculadas a la defensa nacional. Todos los países aprovechan las necesidades en defensa como oportunidades de desarrollos tecnológicos.

Se debe impulsar la base industrial capaz de aprovechar nuestras ventajas competitivas en materias primas, componentes, procesos y tecnología, capaces de satisfacer nuestras necesidades de infraestructura. Por ejemplo, las que promuevan el ahorro energético y vehículos de nuevas tecnologías, herramientas de control numérico y robótica, maquinaria agrícola, energías no convencionales, tecnologías de la información y comunicaciones, equipamiento ferroviario, equipamiento satelital, ingeniería de equipamiento marítimo y barcos, equipamiento médico, tecnología nuclear.

No se debe ignorar el rol de la cultura local sobre el éxito de una empresa manufacturera¹⁵. Importa la cultura individual de los trabajadores y la cultura de las organizaciones. La industria manufacturera de los países con una cultura madura, capaces de manejar sus ansiedades de manera constructiva, están en mejores condiciones que los que no la tienen. La cultura implica creencias y comportamientos. No se pueden “importar” tecnologías y pretender que la sociedad en su conjunto obtenga beneficios, si no se satisfacen los aspectos culturales, sociales, ambientales y éticos.

La brecha tecnológica y la desigualdad entre los países desarrollados y la Argentina es cada vez mayor. Sin desarrollo integral del país no hay futuro.

6. Conclusiones

Es necesario un enfoque multidisciplinario para comprender el impacto de las nuevas tecnologías sobre la sociedad del futuro, que incluya los aspectos políticos, económicos, tecnológicos, científicos, históricos, legales, sociales y sociológicos. Así como, realizar un adecuado diagnóstico de la situación de nuestro país, que destaque los beneficios de los avances tecnológicos y también evalúe sus riesgos.

Considerando el carácter multidisciplinario del conjunto de los miembros de las academias, sugiero aprovechar esta ventaja para realizar un debate, dentro del ámbito de las academias, que conduzca a ofrecer contribuciones relevantes destinadas a la elaboración de políticas de estado. El reconocimiento y la inserción de las academias en la sociedad se logrará como consecuencias del impacto que logren estas contribuciones.

Se sugiere desarrollar una guía para implementar estas ideas como contribución a la elaboración del Plan Argentina Innovadora 2030.

¹⁵ Kola, M.J., “*Culture and Success in Manufacturing*”, Chapter 8, Ed. Yoshimi Ito, *Human-Intelligence-Based Manufacturing*, London, Springer-Verlag, 1993, pag.171.