

Departamento de Economía
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



Trabajo de Grado
Licenciatura en Economía

**Análisis del impacto de la automatización y la inteligencia
artificial en el mercado laboral: perspectivas mundiales y el caso
argentino**

Alumna:

GARCIA, Violeta (L.U. 102569)

Profesor Asesor:

Dra. LONDON, Silvia

Bahía Blanca, Argentina
Diciembre 2019

Índice

1. Introducción

2. Capítulo 1. Cambio Tecnológico

2.1. Revisión de las Teorías de la Innovación hasta la Actualidad

2.2. Tecnologías de Propósito General

2.3. Caracterización de las Nuevas Tecnologías

3. Capítulo 2. Impacto en el Mercado Laboral

3.1. Descomposición de las Ocupaciones en Tipos de Tareas

3.2. Tareas Susceptibles de Ser Reemplazadas

3.3. Composición y Evolución del mercado laboral

4. Capítulo 3. Optimistas y Pesimistas

4.1. Optimistas

4.2. Pesimistas

5. Capítulo 4. Argentina

4.1. Demanda Laboral y Estructura Productiva

4.2. Composición de la Oferta Laboral

6. Conclusiones

7. Referencias

1. Introducción

El término “Industria 4.0” fue acuñado en Alemania a comienzos del 2010, por un grupo multidisciplinario de especialistas convocados por el mismo gobierno para diseñar un programa de mejora de la productividad de la industria manufacturera, que luego se convirtió en el eje de su Plan Estratégico de Alta Tecnología 2020 (Albrieu, R., Basco A. I., Brest López, C., de Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., y Vienni, G., 2019). En 2014, *The Second Machine Age* es el término adoptado por Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee en su libro que describe el avance de la automatización. En 2015, la frase “*Cuarta Revolución Industrial*” fue introducida por primera vez por Klaus Schwab, fundador de *World Economic Forum*, en un artículo en la web de *Foreign Affairs*. Sin importar qué término se le adjudique a este fenómeno, parece lograrse consenso con respecto a existencia de un cambio de paradigma tecnológico.

Los recientes avances en Inteligencia Artificial (IA) y en robótica diestra y adaptativa están cambiando drásticamente la ventaja comparativa entre los humanos y las máquinas (Autor y Salomons 2018). A la luz de estos progresos, numerosos académicos anticipan la eliminación, no sólo de un vasto conjunto de tareas intensivas en trabajo, sino también de tareas cognitivamente demandantes, dejando un porcentaje cada vez menor de actividades en las cuales el trabajo puede agregar valor significativo (Brynjolfsson y McAfee, 2014; Ford, 2015; Frey y Osborne, 2013, citados en Autor y Salomons 2018). Esta acelerada automatización instala el debate sobre la posible redundancia de los trabajadores en un futuro (Brynjolfsson and McAfee 2014; Akst 2013; Autor 2015 citado en Acemoglu y Restrepo 2018). Sin embargo, resulta difícil establecer un escenario probable en el largo plazo y confirmar o refutar esta predicción ya que, como indica Roitter (2019), “la relación entre cambio tecnológico y empleo no es lineal ni secuencial, no es única y tampoco homogénea

entre distintas empresas, sectores y países'' (Roitter 2019, p.13). Por eso resulta imprescindible, dado el irrefrenable avance de la tecnología, analizar posibles formas de escoltar esta transformación, contemplando todos los actores que se ven afectados por este cambio de paradigma. Particularmente porque la tecnología se impone y no todos los agentes tienen las mismas herramientas para avanzar junto con ella. Por ello, la motivación principal del presente trabajo es la preocupación por la existencia de incertidumbre asociada a los nuevos cambios tecnológicos que, en su fase transicional, pueden generar pronunciadas desigualdades.

Los diversos desarrollos tecnológicos y en especial los actuales, benefician a ciertos actores y perjudican a otros, alterando las relaciones de poder y dividiendo naturalmente las aguas entre ganadores y perdedores. Situación que ha gestado históricamente dos corrientes de pensamiento bien diferenciadas y con posturas opuestas respecto del impacto de la tecnología en el empleo. Por un lado se encuentran los *tecno-optimistas* y por el otro los *tecno-pesimistas*. Como define (Levy Yeyati, 2018), los primeros sostienen la existencia de la *complementariedad* entre tecnología y trabajo humano, lo que llevaría a un aumento de la productividad laboral y del salario y, aunque se eliminen empleos, el aumento de la demanda compensaría en parte ese efecto. Por otro lado, el autor identifica a los segundos como defensores de la idea de la *sustitución* entre trabajo y tecnología, los mismos vaticinan la redundancia de los trabajadores y la reducción de su salario para mantenerse empleados en competencia con la máquina. Como indica Buckingham (2008), en algunos sentidos, la polarización extrema de este debate puede tomarse como una indicación de su inmadurez. Buckingham sostiene que se condena con demasiada presteza a quienes cuestionan o rechazan el uso de la tecnología calificándolos de "tecnófobos", prehistóricos o "luditas", que oponen una resistencia irracional al "progreso", al mismo tiempo que se defiende con

demasiada facilidad a quienes predicán los beneficios de la tecnología, como inocentes y poco realistas en sus aspiraciones. Hoy se debate nuestra suerte entre la *naive* utopía post trabajo y una catastrófica sociedad con desigualdad creciente.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo consiste en describir de qué manera se vincula la distribución de las calificaciones laborales con la posibilidad de inserción en el mercado laboral. Para ello el primer capítulo pretende caracterizar éstas tecnologías e identificarlas como fenómeno global. En segunda instancia, se aspira a caracterizar las tareas que forman las ocupaciones, analizar su susceptibilidad de reemplazo y describir como se relacionan estos conceptos con el mercado laboral. En el tercer capítulo se propone realizar una revisión de la literatura académica relevante y describir así las distintas posturas del debate actual, que pueden agruparse *grosso modo*, en “optimistas” y “pesimistas” frente al cambio tecnológico. Por último, se procurará caracterizar a la Argentina en el contexto de desarrollo tecnológico actual.

2. Cambio Tecnológico

2.1. Revisión de las Teorías de la Innovación hasta la Actualidad

Desde hace más de dos siglos los grandes pensadores económicos han estudiado el avance de la tecnología desde diferentes perspectivas. En 1776 Adam Smith argumentó que uno de los pilares básicos de los incrementos de la renta de una nación era la introducción de maquinaria, que “facilitaba y abreviaba el trabajo, habilitando a un hombre a hacer la labor de muchos” (Smith, 1776, p.13). Marx en 1858 mencionó que “los medios de trabajo pasan por diferentes metamorfosis, cuya culminación es la máquina o mejor dicho, un sistema automático de maquinaria”(Marx, 1858, citado en Marx 1973, p.614). Schumpeter (1959),

Solow (1956), Abramovitz (1956), Mansfield (1968) y Freeman (1994) entre otros, han sostenido que la innovación es un factor clave para el desarrollo y el crecimiento económico (citados en Heijs y Buesa, 2016). Pero por innovación suelen entenderse una multiplicidad de fenómenos, que Schumpeter ha sabido enumerar con precisión: la innovación de producto, la innovación de proceso, la apertura de un nuevo mercado, la aparición de nuevas fuentes de materiales para la producción y la emergencia de nuevas formas organizativas en la industria o también llamadas, estructuras de mercado (Schumpeter 1942, citado en Heijs y Buesa, 2016). Además Schumpeter destaca la diferencia entre innovación e invención, intentando diferenciar el descubrimiento de las nuevas tecnologías de las condiciones económicas de su aplicación (Katz, 1998). Siendo la invención, la creación de una idea potencialmente generadora de beneficios comerciales, pero no necesariamente realizada de forma concreta en productos, proceso o servicios (Dávila, 2008). Por innovación Schumpeter entiende una invención que se introduce en el mercado, es decir, con potencial de industrialización (Suárez, 2004). Además destaca la diferencia entre la innovación incremental y la innovación radical, donde la primera implica pequeños cambios y mejoras en tecnologías existentes, la segunda implica un cambio radical en la dirección del proceso innovador (Heijs y Buesa, 2016). Las innovaciones radicales pueden derivar en lo que Schumpeter llama *creación destructiva*, pudiendo dejar obsoletas a industrias o campos tecnológicos enteros, en cuyo caso se hablaría de un cambio de paradigma tecnológico (Heijs y Buesa, 2016). Este autor explica que el proceso de innovación se convierte en el mecanismo interno, que genera la evolución del sistema capitalista, motivado por el accionar del emprendedor (Jimenez-Barrera, 2018). El cambio tecnológico revela que el sistema es dinámico y funciona a través de oleadas de innovaciones, originadas endógenamente por la transformación industrial (Jimenez-Barrera, 2018). Schumpeter utiliza el término *desenvolvimiento* para

referirse a los cambios de la vida económica que no hayan sido impuestos a ella desde el exterior, sino que tengan un origen interno (Dávila, 2008). En este sentido compartía la opinión de Marx de que los procesos económicos son orgánicos y que el cambio surge desde dentro del sistema (Suárez, 2004). De Warlas tomó la noción de empresario, pero en lugar de su figura pasiva del sistema de equilibrio general, Schumpeter la sustituyó por un agente activo del progreso económico (Suárez, 2004). El rol del empresario logra en Schumpeter una nueva dimensión, al no ser este más una profesión o rango dentro de los hombres de negocio, sino por el contrario, una función que se le atribuye a cualquier individuo que realice nuevas combinaciones sin necesidad de pertenecer a una empresa (Dávila, 2008). En el caso de una empresa, el proceso de innovación se rompe el equilibrio, o reparto de poder, existente en el marco competitivo desviando los beneficios de una empresa a la empresa innovadora, otorgándole a esta última el monopolio temporal que le permite obtener beneficios extraordinarios (Heijs y Buesa, 2016).

Para el marxismo el cambio tecnológico equivale al desarrollo cualitativo de las fuerzas productivas, en un cuadro de relaciones de propiedad definidas por el modo de producción prevaleciente (Katz, 1998). Innovar significa incrementar la fuerza social del trabajo en condiciones impuestas por las relaciones de producción dominantes, bajo el capitalismo las normas que definen cómo, cuándo, y para qué se innova son las leyes de acumulación (Katz, 1998). El hilo conductor del análisis de Marx sobre las leyes y tendencias fundamentales del capitalismo, se basa en el papel del cambio tecnológico como potencia desarrolladora (Jimenez-Barrera, 2018). La introducción de nuevas tecnologías está indisolublemente asociada al aumento de la explotación, debido al papel central que ocupa la búsqueda de mayores tasas de plusvalía en el cambio tecnológico (Jimenez-Barrera, 2018). La mecanización creciente da lugar a lo que Marx llama una *composición técnica creciente*

del capital: se necesita un volumen cada vez mayor de valores de uso en forma de máquinas y de insumos materiales para emplear una cantidad determinada de fuerza de trabajo (Shaik, 1990). El propio desarrollo tecnológico contiene sus límites. Por un lado, la máquina surgida expresa el desarrollo de la productividad del trabajo, que sustituye la creación de máquinas por el obrero por la creación de máquinas por medio de máquinas, y por otro lado provoca una reducción de salarios a causa de la depreciación de la fuerza de trabajo (Jimenez-Barrera, 2018). El cambio tecnológico abarata los medios de subsistencia del obrero y reduce el valor de su mercancía especial: la fuerza de trabajo (Jimenez-Barrera, 2018).

Esta definición del cambio tecnológico, basada en el desarrollo de las fuerzas productivas es bien diferente, a la noción de *progreso técnico* que utilizan los neoclásicos. En primer término, porque en el enfoque marxista innovar no supone necesaria e inexorablemente un "progreso" connotado positivamente, para el marxismo en cambio, la innovación es un proceso objetivo cuyos efectos potencialmente progresivos están en permanente conflicto con la acumulación del capital (Katz, 1998). Además porque la teoría neoclásica del crecimiento, en su análisis, incorpora el supuesto de que el progreso técnico puede expresarse en términos de una tasa global exógena, cuyo cálculo es residual (Dávila, 2008). La incongruencia del modelo radica en no explicar su naturaleza, sin embargo Solow adelantó una tesis que posteriormente sería fundamental: concluyó que el crecimiento económico no depende sólo de la formación del capital, sino que la inversión en capital humano constituye una mejor condición del crecimiento, fundamentalmente destaca la investigación, la educación y la salud pública (Jimenez-Barrera, 2018). En la década de los ochenta surgieron las teorías del crecimiento endógeno, y uno de sus principales exponentes fue Romer. El cambio tecnológico surge en gran parte como resultado de acciones realizadas intencionalmente por individuos respondiendo a incentivos de mercado (Romer, 1990). En

este sentido se relajaron los supuestos de la variante exógena, en los cuales se admitió la importancia del conocimiento y el aprendizaje como motor del crecimiento económico.

Heijs y Buesa destacan que los procesos de innovación basados en conocimientos tácitos de gran complejidad implican que los agentes o empresarios deben seguir un proceso de aprendizaje para adquirir el know-how (Heijs y Buesa, 2016). El aprendizaje resulta importante porque las innovaciones no solo consisten en información codificada sino que llevan consigo, de forma complementaria, conocimientos tácitos necesarios para utilizar e interpretar de forma óptima la información codificada, y, por lo tanto, ambos aspectos se pueden considerar como un binomio indisoluble (Heijs y Buesa, 2016). Lo que se conoce como *learning economy* es aquella economía donde el aprendizaje es crucial para el éxito económico para los individuos, empresas, y la economía regional y nacional (Lundvall y Archibugi, 2001). El aprendizaje se refiere a la creación de nuevas competencias y al establecimiento de nuevas habilidades y no sólo a la obtención de la información (Lundvall y Archibugi, 2001).

La corriente neoschumpeteriana sostiene que el cambio tecnológico constituye una actividad continua, derivada del aprendizaje y que tiene costos asociados, por lo cual el cambio tecnológico no es automático y el peso de las instituciones es clave en este enfoque (Jimenez-Barrera, 2018). El cambio de paradigma se basa en la aparición de racimo de innovaciones interrelacionadas, alcanzando niveles de productividad superiores al paradigma anterior y se anticipa así la llegada de una revolución tecnológica, aludiendo al salto cuantitativo en la productividad, a la que llaman factor clave (Jimenez-Barrera, 2018).

Parece existir consenso con respecto a la existencia de un cambio de paradigma tecnológico actual basado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Como menciona Roitter (2019), “este interés se basa en una percepción relativamente compartida

entre distintos observadores que consideran que actualmente se asiste a una desviación crítica del patrón histórico de cambio tecnoeconómico, dado el carácter único y altamente perturbador de las tecnologías emergentes y el ritmo de cambio sin precedentes”. Si bien la llamada “Cuarta Revolución Industrial” reúne características que la hacen única comparada con las revoluciones industriales anteriores, comparte a su vez ingredientes con otros procesos previos de cambio tecnológico: la destrucción y la creación de empleo. En su obra “Capitalismo, Socialismo y Democracia”, Schumpeter (1942:121) definió la dinámica del cambio tecnológico como "un proceso de mutación industrial que revoluciona incesantemente la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando elementos nuevos. Este proceso de destrucción creadora constituye el hecho esencial del capitalismo" (citado en Yoguel, Barletta y Pereira, 2013, p.39). En otras palabras, Schumpeter observa que, para que se produzca el surgimiento de un nuevo régimen tecnológico, es necesario el enfrentamiento de dos fuerzas opuestas. El motor del desarrollo económico es el antagonismo entre los sistemas obsoletos y las tecnologías novedosas, que luego se convertirán en obsoletas y así sucesivamente. Para Schumpeter, el desarrollo es un proceso dinámico, que se refleja en una continua alteración del *status quo* económico (Ekelund y Hérbert, 1992). Es decir, al cambiar las reglas de juego existentes, los criterios de asignación de riqueza cambian de igual manera, beneficiando a cierto grupo de agentes y perjudicando a otros que son desplazados en esta lógica disruptiva. Históricamente el *ludismo* fue un reconocido movimiento social, surgido en la Primera Revolución Industrial. Éste estaba formado por agentes desfavorecidos a causa de la introducción de la máquina textil, y sus acciones se dirigían a la destrucción de la nueva tecnología. Si bien el ludismo fue un fenómeno del siglo XIX, se reproduce simbólicamente a través de la historia cada vez que existe un cambio tecnológico que sustituye a un determinado grupo de personas, trabajadores

o empresarios, porque se ha inventado una tecnología mejor (Sala-i-Martin, 2012). Algunos ejemplos contemporáneos ilustran esta rivalidad: sindicatos taxistas vs Uber, agrupaciones hoteleras vs Airbnb, Blockbuster vs Netflix, etc. (Oppenheimer, 2018).

Al menos una certeza se puede sostener con respecto a los avances tecnológicos: a lo largo de la historia, a pesar de haber sido seriamente cuestionados por distintos sectores sociales, tarde o temprano han tenido la capacidad de imponerse. En palabras de De la Fuente López (2004) “el industrialismo es un proceso traumático que destruye el pasado y hace nuestro futuro incierto. Los que se oponían al cambio puede que no se diesen cuenta de que aquello que estaban experimentando era una “Revolución Industrial”, pero reconocieron que las formas y los valores del pasado estaban a punto de ser derrocados con hondos y profundas consecuencias” (p.10).

Pero todavía resta preguntarse cuáles son las particularidades de este fenómeno tecnológico. En esencia, qué hace especiales a estas tecnologías y en qué se diferencian, si lo hacen, con respecto a las tecnologías anteriores. Algunas abarcan avances tales como la robótica, la inteligencia artificial, análisis de *Big Data*, nanotecnología, internet de las cosas, impresión 3D y vehículos autónomos (Albrieu y Rapetti, 2018). Varios autores las agrupan bajo un concepto común llamado *Tecnologías de Propósito General*. “Si bien muchas de las tecnologías que hoy convergen ya existían, aunque a veces de forma embrionaria, la gran diferencia con respecto al pasado se basa en la forma en que se combinan para generar disrupciones significativas” (Albrieu, et al., 2019, p.12). Como indican estos autores, no se trata únicamente de la automatización, sino de los cambios que se observan en la forma de organización de la producción, la administración y la comercialización a lo largo de la cadena de valor. Esta situación ha tenido impacto particularmente en el mercado laboral y en la división internacional del trabajo, alterando así las relaciones entre la oferta y la demanda

laboral. Esto ha forzado a los distintos actores a plantearse nuevas estrategias y formas de participación para no quedar excluidos. Por lo tanto como indica Roitter (2019) “el acompañamiento de los cambios tecnológicos con este tipo de transformaciones –en términos de estructura regulatoria, modelos de consumo, características del mercado laboral y modelos de organización de la producción, entre otras (Mariotti,2000)– es lo que garantiza una transición entre paradigmas que minimice los efectos negativos derivados de la desaparición de ciertas actividades y la emergencia de otras”(Roitter 2019, p.25). Si no se analizan con detenimiento las posibles consecuencias estructurales de los avances tecnológicos recientes, y no se plantean formas de limitar o equilibrar el crecimiento, quizás nunca podamos convertir el progreso tecnológico en una “herramienta liberadora” como identifica Levy Yeyati (2018).

2.2. Tecnologías de Propósito General

Eras enteras de progreso técnico y crecimiento económico parecen ser impulsadas por algunas tecnologías clave, que Bresnahan y Trajtenberg (1995) llamaron Tecnologías de Propósito General (TPG). La enorme variedad de productos, materiales y dispares métodos de producción, ocultan la uniformidad de algunos principios tecnológicos. La economía de la innovación distingue entre tecnologías con impacto alto pero limitado a pocas funciones (por ejemplo la robótica que crea máquinas para funciones específicas, como el caso del robot repositor) y otras con un amplio espectro de aplicación (por ejemplo inteligencia artificial), asimilables a las llamadas TPG (Levy Yeyati, 2018). Bresnahan y Trajtenberg (1995) utilizan figurativamente una pirámide para explicar estos principios. Sintéticamente, ubican un puñado de tecnologías "básicas" en la parte superior, y una gran cantidad de tipos de productos o sectores en la parte inferior, que hacen uso de las primeras. Aquellas en la cima,

que son de especial interés para el presente trabajo, presentan ciertas características. Primero Bresnahan y Trajtenberg mencionan su *propósito general*, es decir, realizan alguna función genérica que es vital para el funcionamiento de un gran segmento de productos y sistemas de producción existentes o potenciales. Una segunda característica que resaltan los autores de las TPG es su *dinamismo tecnológico*, es decir, con el tiempo aumenta la eficiencia con la que se realiza la función genérica. Esto puede observarse como una reducción en la relación precio-rendimiento de los productos, sistemas o componentes en los que se incorpora, o como mejoras cualitativas multidimensionales en ellos (Bresnahan y Trajtenberg, 1995). Como consecuencia, los autores indican que los costos en los sectores finales de la cadena de producción se reducen, y por lo tanto tienen la posibilidad de desarrollar mejores productos. Continuamente otros sectores encontrarán rentable la adopción de las TPG mejoradas, y en este sentido se expandiría el rango de aplicación (Bresnahan y Trajtenberg, 1995). Tercero y último, los autores caracterizan a las TPG por la existencia de *complementariedades innovativas* en los sectores donde se aplican, en el sentido de que los avances técnicos en las TPG hacen más rentable para sus usuarios innovar.

La etapa actual de progreso tecnológico se caracteriza principalmente por: la centralidad del conocimiento, la expansión masiva de la digitalización, la velocidad y el mix de penetración de las innovaciones y configuraciones productivas en red (Roitter, 2019). A su vez Roitter indica que éstas hacen que la penetración de las transformaciones sea mucho más generalizada –y tal vez más profunda– que en etapas anteriores, incluso se vuelve relevante la preocupación sobre la capacidad de los sistemas productivos para generar puestos de trabajo en cantidad y calidad suficiente. Los avances en el desarrollo y la incorporación de tecnología tienen un impacto diferencial sobre el empleo, en tanto actúan de manera complementaria o sustitutiva sobre las tareas más o menos rutinarias (Roitter, 2019).

2.3. Caracterización de las Nuevas Tecnologías

A pesar de que existen diversas posturas con respecto al futuro del mercado laboral, se puede identificar el punto de partida de esta nueva etapa de manera consensuada. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) y puntualmente el desarrollo de los microprocesadores marcan la decadencia del paradigma de la producción en masa y la emergencia de una nueva etapa en la historia de los cambios tecnológicos (Roitter, 2019). El Foro Económico Mundial (2018) señala que, las principales tecnologías impulsoras del cambio tecnológico son: el uso extendido del internet móvil de alta velocidad, la inteligencia artificial, la adopción generalizada del análisis de big data, y la tecnología en la nube. Lo que se conoce como la Cuarta Revolución Industrial, representa un estadio de maduración de tecnologías que surgieron en la Tercera Revolución Industrial: “si bien muchas de las tecnologías que hoy convergen ya existían, aunque a veces de forma embrionaria, la gran diferencia con respecto al pasado se basa en la forma en que se combinan para generar disrupciones significativas” (Albrieu, et al., 2019). Este conjunto de tecnologías son de propósito general (TPG), es decir, son ampliamente utilizadas, tienen muchos usos en sectores diversos y tiene fuertes efectos de *spillovers* o desborde, hacia el resto de la economía (Bresnahan y Trajtenberg, 1996, citado en Albrieu y Rapetti, 2018). Estas tecnologías se están aplicando en casi todas las industrias para mejorar la precisión, calidad y velocidad de procesos específicos (Federación Internacional de Robótica, 2018). Como indica la FIR, detrás de los más rápidos avances en automatización subyacen técnicas de programación de software que permiten a las aplicaciones analizar, encontrar patrones y hacer predicciones a partir de grandes cantidades de datos. Esta acelerada automatización de las tareas, plantea principalmente preocupaciones acerca de la posible redundancia de la

mano de obra (Brynjolfsson y McAfee, 2014; Akst, 2013; Autor 2015, citado en Acemoglu y Restrepo 2018).

3. Impacto en el Mercado Laboral

3.1. Descomposición de las Ocupaciones en Tipos de Tareas

La mayoría de los procesos de trabajo se pueden descomponer en una serie de insumos multifacéticos: trabajo y capital, cerebro y músculo, creatividad y repetición rutinaria, dominio técnico y juicio intuitivo, adherencia a las reglas y aplicación juiciosa de la discreción, etc (Autor, 2015). Si bien la automatización no reemplaza en su totalidad a las ocupaciones, elimina algunas tareas específicas. Lo que sucede, menciona Levy Yeyati, es que las ocupaciones terminan modificándose al alterarse sus elementos constitutivos, por lo tanto se requieren finalmente nuevas competencias laborales (Levy Yeyati, 2018). Es decir capacitación y actualización de la fuerza laboral. Por lo general, cada uno de los componentes de las ocupaciones juega un rol importante, en ese sentido, las mejoras que se realizan en algunas tareas, no reemplazan a las tareas restantes, pero pueden aumentar su valor económico. De manera análoga, cuando la automatización o las computadoras, hacen que algunos de los pasos en un proceso de trabajo sean más confiables, baratos o rápidos, esto aumenta el valor de las restantes habilidades humanas en la cadena de producción (Autor, 2015). Sin embargo, el cambio tecnológico no es necesariamente una mejora de Pareto, su impacto depende de la combinación de las tareas que constituyan la ocupación. Los trabajadores que ofrecen tareas que se complementan con la tecnología se beneficiarán directamente de la automatización, mientras que, si las principales tareas que ofrecen son sustituibles serán perjudicados (Autor, 2015). Entonces, cabe aquí preguntarse cuáles son los límites actuales de la automatización para contemplar qué tareas serán reemplazadas.

Básicamente, las computadoras realizan tareas, las cuáles pueden ser procesadas en una serie completamente especificada de comandos de programación lógica ("If-Then-Do") que designan con precisión qué acciones la máquina realizará y en qué secuencia dependiendo de la contingencia (Autor, Levy y Murnane, 2003). Como mencionan Autor, et al. (2003), las tareas de diversas ocupaciones deben ser traducidas en procedimientos detallados para ser finalmente computarizadas, con excepción del campo de *machine learning* que será analizado más adelante (Autor, 2015). El trabajo pionero de Autor et al. (2003), distingue por un lado tareas **rutinarias** de **no rutinarias** y, por otro, tareas **cognitivas** de **manuales**. Las labores **rutinarias** son todas las tareas que siguen reglas de programación o reglas explícitas que pueden ser realizadas por máquinas; en tanto que las **no rutinarias** son aquellas en las que las reglas no están suficientemente bien establecidas y no han podido ser codificadas por computadoras o ejecutadas de manera sistemática (Huesca-Reynoso, et al. 2010, Frey y Osborne 2013). Cada una de estas categorías puede ser, a su vez, de naturaleza manual o cognitiva. Autor, et al. mencionan que las tareas **manuales** que los humanos realizan en sus trabajos, se pueden especificar en un código informático directo y se pueden realizar mediante máquinas, como mover un parabrisas en su lugar en una línea de ensamblaje. Y en cuanto a las tareas **cognitivas**, son aquellas que permiten calcular, almacenar, recuperar, clasificar, y actuar con respecto a la información.

3.2. Tareas Susceptibles de Ser Reemplazadas

Las tareas **cognitivo-rutinarias** y **manual-rutinarias**, son características de las ocupaciones de calificación media y son las más susceptibles de ser automatizadas, por ejemplo, los cálculos matemáticos involucrados en la contabilidad simple, la recuperación, clasificación y almacenamiento de información típica del trabajo de oficina, y la ejecución de

tareas físicas en la producción (Autor, 2015). Debido a que las tareas centrales de estas ocupaciones siguen procedimientos bien entendidos, están cada vez más codificados en software y son fácilmente realizados por máquinas (Autor, 2015). De todas maneras, el alcance de este tipo de sustitución tiene un límite, ya que hay muchas tareas que la gente comprende tácitamente y que realiza sin esfuerzo, pero que no pueden traducirse en simples pasos (Autor, 2015). Polanyi (1996) reconoce que los humanos sabemos más de lo que podemos explicar y que es difícil en algunos casos comprender detalladamente algunos procedimientos (citado en Autor, 2015). Por eso, algunas tareas de alto nivel de razonamiento pueden ser computarizadas con facilidad y no así ciertas tareas de baja calificación, entendidas tácitamente, que requieren habilidades sensoriales, flexibilidad, juicio y sentido común (Autor, 2015). Más allá de estas limitaciones, la salvedad de Polanyi ayuda a explicar por qué no se ha logrado hasta ahora una completa automatización de todos los tipos de tareas. Sin embargo el propósito final de las tecnologías de la Revolución 4.0 ha sido superar este obstáculo. En lugar de enseñar a las máquinas reglas que no comprendemos, se han desarrollado máquinas que intentan inferir reglas tácitas a partir del contexto, abundantes datos, y estadísticas aplicadas, eso es: *machine learning* (Autor, 2015). Los avances tecnológicos recientes se deben, en gran parte, a los esfuerzos por transformar tareas no rutinarias y cognitivas en secuencias detalladas (Frey y Osborne 2017, Autor et al. 2003). Como explica Nordhaus (2007), el cambio tecnológico en la informática es el desarrollo de nuevo software, hardware, comunicaciones y sistemas que pueden ampliar la gama y la velocidad de problemas a resolver utilizando técnicas computacionales. Al ritmo actual de mejora, incluso, las computadoras se están acercando a la complejidad y la capacidad computacional del cerebro humano. Con respecto a las anteriores revoluciones tecnológicas existe una diferencia bien marcada: “Hoy la máquina no emula sólo al hombre como

trabajador físico, sino que lo clona como trabajador intelectual, como pensador, e incluso como creador” (Levy Yeyati, 2018).

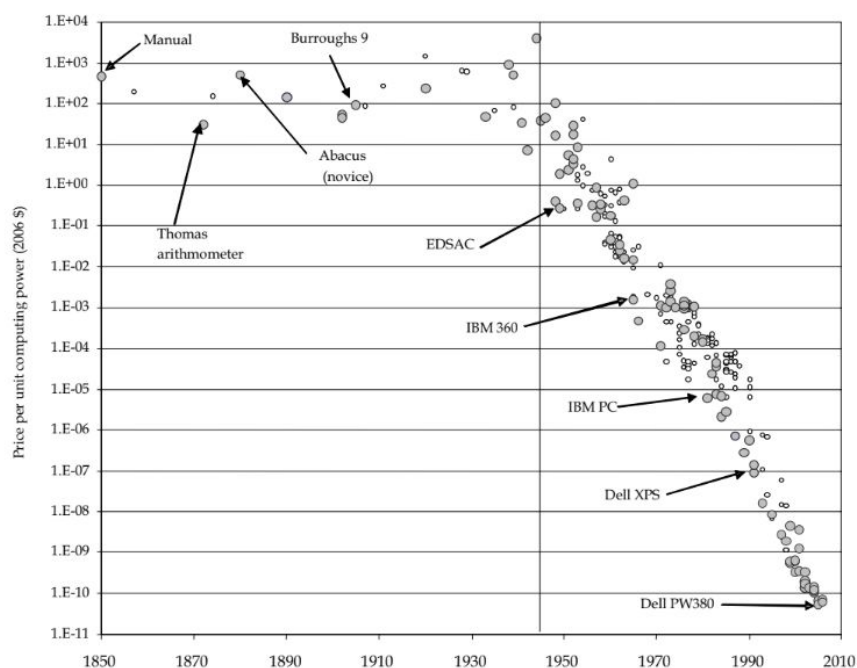
3.3. Composición y Evolución del mercado laboral

Como se mencionó en la introducción, la relación entre cambio tecnológico y empleo, no es lineal ni secuencial, no es única y tampoco homogénea entre distintas empresas, sectores y países (Roitter, 2019). Incluso sus impactos son tan recientes y multidireccionales que se dificulta establecer alguna causalidad o predicción en la mayoría de los casos, habiendo sido aprovechada esta confusión por oportunistas partidos políticos. Éste último punto lo ilustran Frey, Berger, y Chen (2017) en un trabajo empírico que documenta la relación positiva robusta entre los trabajadores rutinarios y expuestos a la automatización con los votantes de Trump. Ellos llaman *growing automation anxiety*, o creciente ansiedad por la automatización, a la incertidumbre que genera el impacto de la tecnología y destacan el aprovechamiento de parte de los partidos políticos para designar al culpable del desempleo tecnológico como la exposición a la globalización, la inmigración, la caída de las manufacturas y dejando en segundo plano a su causa más evidente: la automatización. Resulta visible que el impacto de éste fenómeno se presenta de maneras diversas y tanto la opinión pública como los académicos le atribuyen distintas causas y consecuencias. A continuación se analizarán algunos de los principales indicadores del mercado laboral para dar cuenta del impacto de las nuevas tecnologías. En un principio se estudiará el avance de la tecnología a través del progreso computacional, medido por el costo por cómputo por segundo que es una medida de eficiencia de las computadoras. Luego para examinar el cambio en la estructura ocupacional se abordarán dos aspectos: salarios y puestos de trabajo. Para observar la distribución de los puestos de trabajo se utilizará como indicador a la

evolución en la participación del empleo según el percentil de calificación, y con respecto a la distribución salarial se expondrán los cambios en los salarios reales por hora también por percentil de habilidades.

Dada la clasificación de las distintas tareas que conforman las ocupaciones, es posible sostener que la tecnología actual puede sustituir principalmente tareas rutinarias y manuales y secundariamente algunas tareas cognitivas y no rutinarias, cuyo avance está en desarrollo. Pero éste hecho no constituye ningún punto relevante por sí sólo, pues también a partir de la Revolución industrial se ha dado la sustitución del hombre por la máquina (Huesca-Reynoso, et al., 2010). Así, ¿qué es lo destacable en las últimas décadas y qué efectos tiene en el mercado laboral?, ¿por qué éstas tecnologías hoy tienen lugar para imponerse? Hay dos principales factores: primero, la relativa *reducción del precio de la tecnología*: conforme es más barata, existe un mayor incentivo para incorporarla al proceso productivo (Huesca-Reynoso, et al., 2010). Dada la enorme disminución en el costo computacional en relación con el costo de la mano de obra, no sorprende que haya habido un rápido aumento en la intensidad de computadoras en la producción (Gordon 2012, Nordhaus 2007).

Figura 1. El progreso de la computadora medido en costo por cómputo por segundo deflactado por el índice para PBI en precios de 2006



Fuente: Nordhaus, 2007

Nota: Los círculos más grandes son estimaciones relativamente confiables, mientras que los círculos pequeños son estimaciones de la literatura que no han sido independientemente verificadas. La línea vertical está ubicada en el año 1944, el cual se estima como punto de quiebre del crecimiento de la productividad.

Para el período 1945-1980, el costo por cómputo disminuyó en un 37 por ciento anual, en comparación con el 64 por ciento anual después de 1980, desde aproximadamente 1945, la velocidad computacional aumentó y los costos disminuyeron rápidamente hasta el presente (Nordhaus, 2007). La decisión de introducir tecnología es probable que responda a un criterio de minimización de costos, por lo tanto, la sustitución de tareas rutinarias por computadoras estará determinada por los precios relativos de los factores sustituibles; en este sentido, cuanto mayor sea la reducción del costo tecnológico, manteniendo el costo de mano de obra rutinaria sin cambios, mayor será el incentivo para incrementar el uso de tecnología (Huesca-Reynoso, et al., 2010). Por otro lado, como aclaman los tecno-pesimistas, si una

tarea puede realizarse de manera más barata con una máquina, el trabajador puede reducir su paga para volverse más competitivo o convertirse en desempleado (Levy Yeyati, 2018).

El segundo elemento a destacar es que la era de la computación y la informática ha permitido *incorporar un mayor número de actividades en el concepto de tareas rutinarias*, lo cual ha venido a ampliar y acelerar el proceso de sustitución de mano de obra por maquinaria (Huesca-Reynoso, et al., 2010). Con datos, se pueden producir medidas objetivas y cuantificables del éxito de un algoritmo, que ayudan a la mejora continua de su rendimiento en comparación con los humanos (Frey y Osborne, 2013). El progreso tecnológico ha sido ayudado por la reciente producción de conjuntos de datos cada vez más grandes y complejos, conocidos como Big Data. Como resultado, la informatización ya no se limita a tareas rutinarias que pueden escribirse como comandos de software basados en reglas, sino que se está extendiendo a todas las tareas no rutinarias en las que los grandes datos están disponibles (Brynjolfsson y McAfee, 2011, citado en Frey y Osborne, 2013). Además del Big Data, la informatización de las tareas cognitivas también se ve favorecida por otra ventaja comparativa fundamental de los algoritmos: su ausencia de sesgos humanos: los humanos, por el contrario, deben cumplir una serie de tareas no relacionadas con su ocupación, como dormir, que requieren sacrificios ocasionales en su desempeño ocupacional (Kahneman, et al., 1982, citado en Frey y Osborne, 2013). Como menciona Oppenheimer (2018), un ejemplo oportuno es el caso de un robot recepcionista en Japón, que tiene un costo menor al sueldo anual de un recepcionista y mucho más años de vida útil, trabaja 24 hs seguidas, no toma vacaciones ni pide aumentos de sueldo.

Si bien cualquier presunción sobre el reemplazo total del hombre por la máquina es hoy altamente especulativa pero en avance, existe un límite. En palabras de Levy Yeyati (2018) “La inteligencia artificial puede pescar en la pecera de las creaciones pasadas, puede

recombinarlas y refritarlas como sucede con las modas. Pero la paradoja de la inteligencia artificial no es su artificialidad sino, más precisamente, su fidelidad a la información acumulada, que no es más que una foto de exposición prolongada desde el pasado” (Levy Yeyati, 2018). Además éste autor señala otras limitaciones, por un lado que la automatización deberá franquear barreras culturales, políticas e incluso problemas de costos y por el otro, los robots no podrán reemplazar totalmente la labor humana, ya que la empatía es inherente a nuestra especie. Pero que exista un límite al avance de la tecnología, no significa que los cambios en las ocupaciones no serán profundos y tampoco significa que ésta historia es la misma experimentada unos siglos atrás. Como indica Levy Yeyati (2018) quizás es tiempo de impulsar tareas más “humanas” que hoy no están asociadas al trabajo remunerado, y dejar de asociar el trabajo con tareas remuneradas.

Habiendo documentado el progreso de la tecnología y sus limitaciones, restaría analizar los cambios en la estructura ocupacional para integrar el análisis. En este sentido, una amplia literatura hasta principio de la década argumentaba que la principal causa de la desigualdad salarial en países desarrollados había sido el *Skilled-Biased Technological Change (SBTC)*, o Cambio Tecnológico Sesgado de Habilidades (Acemoglu 2002, Violante 2008, Weiss y Garloff 2011, Stiglitz 2014, etc). Éste es un cambio en la tecnología de producción que favorece a los trabajadores calificados por sobre los no calificados, al aumentar su productividad relativa y su salario (Violante, 2008). Las computadoras personales, las técnicas de producción asistidas con computadoras, y los robots parecían complementar a los trabajadores calificados, reemplazando tareas intensivas en trabajo e incrementando las desigualdades salariales (Acemoglu, 2002). Por ejemplo Krueger (1993, citado en Frey y Osborne, 2017) evidenció que los trabajadores que usaban computadoras ganaban al menos 10 o 15 % más que los que no la utilizaban. La hipótesis del SBTC surgió

como respuesta a la contradicción observada en el mercado laboral desde 1970: coexistió un aumento de la oferta de trabajadores calificados con un aumento de su salario (Acemoglu, 2002). En una economía de mercado se esperaría que suceda lo contrario, cuando las cantidades aumentan (oferta de trabajadores calificados), los precios deberían disminuir (sus salarios). Observando este hecho, la literatura argumentó que la demanda pudo compensar este aumento de la oferta de trabajadores calificados de tal manera que el salario no disminuyó (Acemoglu, 2002). Pero en 2013, Autor y Dorn notaron que la hipótesis del SBTC no se cumplía completamente (Autor y Dorn, 2013). Los autores argumentaron que, a pesar de sus virtudes, el llamado modelo canónico, es insuficiente para explicar dos principales hechos de la reciente evolución de la desigualdad laboral: el primero es que no necesariamente aumentó el empleo sólo en los percentiles más calificados y el segundo hecho estilizado indica que el cambio salarial no aumentó sólo en los segmentos más calificados. Es decir que el cambio tecnológico no es únicamente sesgado hacia las habilidades después de todo. Al analizar la evolución de los patrones de empleo, diversos autores identifican éste fenómeno como: polarización laboral, ahuecamiento o forma de U, denominación que surge por la evidencia empírica (ver figuras 2 y 3).

Figura 2: Cambios suavizados en el empleo por percentil de habilidades, Estados Unidos, 1980-2005



Fuente: Autor y Dorn (2013)

Figura 3: Cambios suavizados en salarios reales por hora por percentil de habilidades, Estados Unidos, 1980-2005



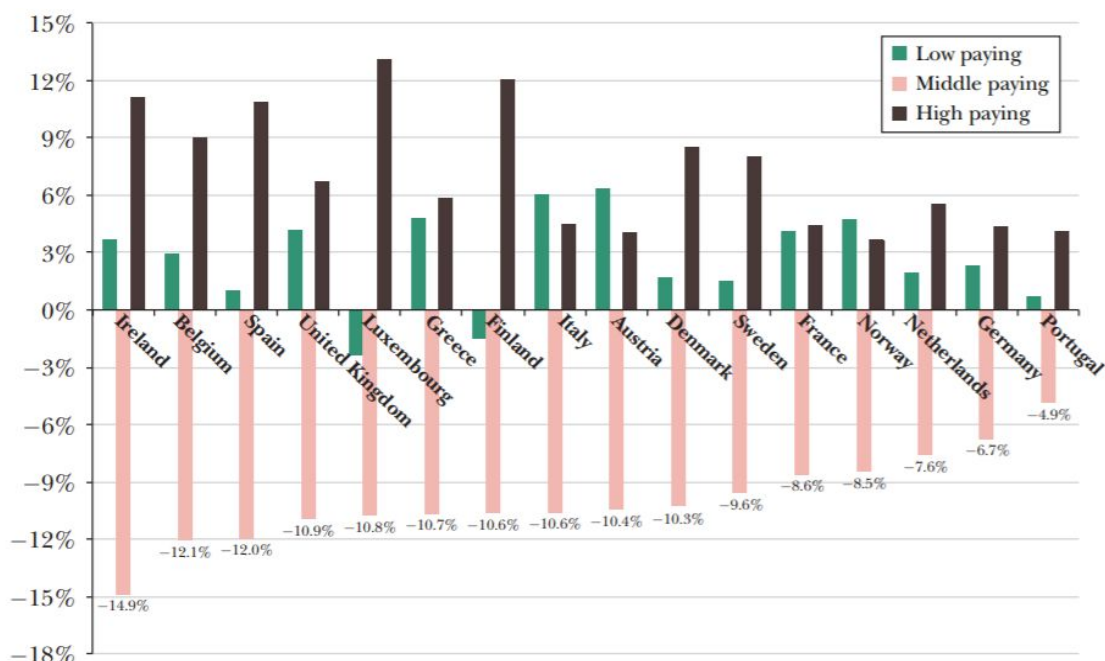
Fuente: Autor y Dorn (2013)

Como explica Levy Yeyati (2018), si graficamos la variación del empleo por nivel de calificación, típicamente aproximada por el nivel salarial, suponiendo que los trabajos más sofisticados pagan más, encontramos una curva en forma de U. Este patrón sugiere que se crean trabajos en ocupaciones de alta y baja sofisticación, pero existe un hueco en el medio que refleja la debilidad del mercado de calificación media (Levy Yeyati, 2018). Con respecto a la evolución de los salarios, Autor documenta en otro estudio más reciente que, la polarización salarial no se verifica (Autor, 2014). A pesar de que la computarización aumente la proporción de trabajos que son intensivos en tareas manuales, como el caso de los menos calificados, es generalmente improbable que aumenten sus ingresos básicamente porque la determinación del salario es la confluencia de diversos factores: complementariedad, elasticidad de la demanda y oferta laboral (Autor, 2014). Con respecto a la complementariedad, ya que estas ocupaciones son mínimamente dependientes del procesamiento de datos e información para desarrollar sus tareas principales, la computarización no ha hecho crecer la productividad de amas de casa, guardias de seguridad, mozos, cocineros o acompañantes en hogares, por eso su complementariedad es mínima, excepto algunos casos particulares (Autor, 2014). En cuanto a la interacción de las elasticidades de oferta y demanda, es probable que la computarización indirectamente aumente la demanda de tareas manuales al aumentar el ingreso de la sociedad, pero la oferta de este tipo de tareas es intrínsecamente elástica al tener pocos requerimientos de educación y entrenamiento, y está alimentada principalmente por los trabajadores de ocupaciones medias desplazados de sus trabajos por la automatización (Autor, 2014). Por el contrario, las ocupaciones que requieren más capacitación, son las que más se complementan con la tecnología, por lo tanto aumenta relativamente su productividad y su demanda, y su oferta es particularmente inelástica o de lenta reacción, ya que muchas profesiones requieren al menos

10 años de estudio para cumplir con los requerimientos de entrada (Autor, 2014). Por último Autor reflexiona que la polarización de empleos no continuará indefinidamente a pesar de que ahora es una realidad observable, básicamente porque se producirá una redefinición de las ocupaciones y existen de hecho, algunas ocupaciones de calificación media que demandan un conjunto de tareas del espectro de alta calificación (Autor, 2014). Por eso Autor concluye que la inversión en capital humano debe ubicarse en el centro de cualquier estrategia de largo plazo para garantizar habilidades que se complementen con la tecnología (Autor, 2014).

Más allá de este señalamiento a futuro, el patrón de polarización no sólo se cumplió en Estados Unidos: Goos, Manning y Salomons (2014) replicaron el mismo estudio para 16 países europeos en el período 1993–2010 y se observó la misma regularidad. Como puede observarse en la Figura 4, a lo largo de 17 años, sobre el total de ocupaciones en la Unión Europea, las que más han ganado participación han sido las mejores y las peores pagas.

Figura 4: Cambios en la participación ocupacional del empleo en ocupaciones de salarios altos, medios y bajos en 16 países de la Unión Europea, 1993-2010



Fuente: Autor 2015, en base a la Tabla 2 de Goos, Manning y Salomons (2014).

Nota: las ocupaciones de salarios altos son: managers corporativos y de pequeñas empresas, profesionales y asociados en física, ingeniería y matemática, profesionales en ciencias de la salud, etc. Las ocupaciones de salarios medios son operadores de planta y puestos relacionados, trabajos relacionados con metalurgia, maquinaria y comercio, conductores y operadores de planta móviles, empleados de oficina, trabajos manuales de precisión, empl, operadores de máquinas y ensambladores, etc. Las ocupaciones de salarios bajos son trabajadores de la minería, construcción, industria manufacturera y transporte, servicios personales de cuidado, agentes de venta, etc.

La principal hipótesis que sostuvieron para explicar este fenómeno fue que el cambio tecnológico ha sido sesgado en favor de reemplazar tareas rutinarias (operaciones de planta, manejo de vehículos, tareas de contabilidad, trabajo administrativo, monitoreo de oficina, etc) lo que ellos llamaron *routine-biased technological change (RBTC)*. ¿Qué explicación hay detrás de ésta relación? Autor y Dorn (2013), muestran que, mientras que la computación deteriora los salarios de los que realizan tareas rutinarias, los trabajadores de ingreso medio se relocalizan en ocupaciones de menor calificación, particularmente en las ocupaciones de servicios lo que explica en parte su aumento (ocupaciones que implican ayudar o cuidar a

otros, por ejemplo, guardias de seguridad, conserjes y jardineros, limpiadores, trabajadores de la salud en el hogar, auxiliares, trabajadores de cuidado infantil, peluqueros y esteticistas, y ocupaciones de recreación). Estos autores indican que la mano de obra poco calificada fluye de bienes a servicios, mientras que la mano de obra altamente calificada permanece en la producción de bienes, lo que lleva a la polarización del empleo (Autor y Dorn, 2013). La expansión del empleo de alta calificación, por otro lado, puede explicarse por la caída del precio de realizar tareas rutinarias por medio de computadoras, lo que complementa los servicios más abstractos y creativos (Frey y Osborne, 2013). Este proceso está dando lugar a una polarización de la fuerza de trabajo como consecuencia de una licuación de la clase media (Ford, 2016, citado en Roitter, 2019), donde los trabajos que exigen creatividad y habilidad para resolver problemas son bien remunerados y conviven con otros empleos, de menor calificación relativa que no pueden ser automatizados –no existen incentivos económicos para computarizarlos dada su escasa productividad–ni tampoco son bien remunerados (Brynjolfsson y McAfee, 2014, en Roitter, 2019).

Por otro lado, la situación que acontece en los países en vías de desarrollo dista de la analizada recientemente en los países desarrollados. En esta dirección, un trabajo del Banco Mundial que analiza cuatro economías latinoamericanas: Brasil (2002-2012), Chile (2003-2011), México (2000-2008) y Perú (2002- 2012), utilizando datos de encuestas de hogares y replicando la metodología de Autor (Levy Yeyati, 2018). En dicho trabajo, los autores no encuentran el patrón en forma de U característico de economías desarrolladas, excepto por el caso Chileno. Por el contrario, el patrón es inverso: aumenta la proporción de los empleos de menor calificación en detrimento de los empleos de calificación media y alta (Levy Yeyati, 2018). Una de las razones, podría ser la persistencia de barreras a la introducción de nuevas tecnologías y otros factores relacionados con la estructura propia de

éstos mercados laborales. Entonces resulta evidente que el impacto de la tecnología en las economías desarrolladas y las que están en vías de desarrollo tiene una incidencia desigual.

Esta asimetría también puede observarse en división internacional del trabajo. La tecnología permitió la descentralización de la producción y permitió segmentar el proceso productivo según el tipo de tareas y su complejidad, exportando los segmentos más rutinarios, que requerían trabajadores de menor calificación, a países donde la mano de obra era más barata (Levy Yeyati, 2018). Como indica este autor, el proceso es imposible de revertir, ya que los trabajos desplazados hacia países en desarrollo, no existen actualmente en países desarrollados, dado que fueron reemplazados por nuevas formas de producción y nuevos trabajos para elevar la productividad y reducir costos. Hoy la generación de valor se encuentra principalmente en los tramos de la cadena de producción donde están las actividades de alta calificación, como por ejemplo la investigación y el desarrollo (I+D) o el diseño de producto, mientras que las actividades realizadas en países emergentes explican una menor proporción del valor agregado industrial (Levy Yeyati, 2018). Los países más amenazados por la automatización son muchos países en desarrollo de América Latina y Asia del Sur, ya que tienen el mayor porcentaje de trabajadores manufactureros (Oppenheimer, 2018). A medida que sigan aumentando los salarios y sigan bajando los precios de los robots industriales, será cada vez más rentable para las multinacionales reemplazar a los trabajadores industriales por máquinas (Levy Yeyati 2018, Oppenheimer, 2018, Frey y Osborne 2017). Pero no sólo la desglobalización viene impulsada por el lado de la oferta y la reducción de costos, de hecho, el principal disparador de la decisión es la demanda: los tiempos de la producción en masa son superiores a lo que hoy se conoce como *speedfactory* (Levy Yeyati, 2018). Levy Yeyati menciona que, varias etapas de producción pueden llevarse a cabo digitalmente: diseño del producto, parte de la evaluación del prototipo e incluso la

producción. Por ejemplo, Oppenheimer (2018) menciona un anuncio de la marca *Adidas*, la cual retirará a partir de 2017 todas sus fábricas de calzados deportivos de China, para producirlos con robots en Alemania y Estados Unidos, ya que el tiempo de fabricación pasaría de 18 meses a sólo 5 horas. Un artículo titulado “Adidas está al clickear “imprimir” en tu próximo par de zapatillas”, publicado en el área de *Digital Initiative* de la Universidad de Harvard, menciona el mecanismo por el cuál Adidas llevará a cabo el proceso de speedfactory. Con el uso de una impresora 3D y la customización del producto, el cliente solamente pagando la patente digital y los materiales de su impresora podrá tener su modelo en unas pocas horas. Prácticamente cualquier actividad, incluso las de elevado nivel de calificación, que esté relacionada con la manipulación de datos y que no posea un fuerte anclaje territorial puede ser deslocalizada (Roitter, 2018). Aunque el panorama se muestra un tanto desalentador para los trabajadores industriales, algunos trabajos muestran que, en el marco de cadenas globales de valor, surgen nuevas actividades vinculadas con los servicios orientados a la actividad industrial, que han crecido muy rápidamente, y tanto los países desarrollados como los emergentes están siendo beneficiados por esta tendencia (Kizu, Kühn y Viegelhan, 2016, citado en Roitter, 2019). De hecho éste hecho constituye un argumento de las corrientes optimistas para destacar la creación de nuevos empleos, Frey y Osborne explican que el progreso tecnológico tiene dos efectos contrapuestos, primero, la tecnología sustituye a la mano de obra, hay un efecto de destrucción, que requiere que los trabajadores reasignen su oferta laboral; y segundo, está el efecto de capitalización, a medida que más empresas ingresan a industrias donde la productividad es relativamente alta, lleva a la expansión del empleo en esas industrias (Frey y Osborne, 2013). Si el progreso tecnológico termina desplazando empleo (cantidad de trabajo) o participación laboral en el ingreso (valor que le añade el trabajo a la producción) en última instancia depende de dos factores: los

efectos directos en la industria donde ocurren y cómo éstos son aumentados o contrarrestados por los efectos indirectos en otros lugares de la economía (Autor y Salomons, 2018).

4. Optimistas y Pesimistas

El análisis de los efectos del cambio tecnológico sobre el empleo, derivados de la Cuarta Revolución Industrial, ha tenido en las últimas décadas especial importancia dada la magnitud y profundidad de las transformaciones. En ese sentido el extendido análisis de varios autores antiguos y contemporáneos ha devenido en una amplia gama de posturas y explicaciones con respecto al impacto que tendrá la tecnología en el empleo. En la presente sección se sintetizan los principales debates actuales con respecto a ésta temática, haciendo hincapié en los estudios más recientes.

Actualmente existe poca evidencia sistemática del impacto en el equilibrio de éstas nuevas tecnologías, especialmente de los robots, en el empleo y los salarios (Acemoglu y Restrepo, 2018). El actual proceso de cambio tecnológico está generando problemas de empleo en el corto plazo y existe consenso en esta dirección, Sin embargo, cuando se evalúan horizontes temporales más amplios, los acuerdos parecieran ser menos contundentes, ya que aún no resulta del todo claro si la transformación que se está produciendo tendrá la capacidad de generar, al menos, el mismo nivel de empleo que va destruyendo (Roitter, 2019). En la literatura se pueden distinguir dos corrientes en general, por un lado se encuentran los *tecno-optimistas*, que se basan en las teorías de la compensación para argumentar que los puestos de trabajo perdidos en una actividad, podrían ser “compensados” por los efectos positivos de una mayor producción traccionada por las maquinarias introducidas (Roitter, 2019). Mientras que los *tecno-pesimistas* creen que predominará la *sustitución* del hombre por la máquina, situación que se verá reflejada en la reducción del salario de los trabajadores

para mantenerse competitivos. A continuación se expondrá el debate vigente entre estas dos corrientes en términos de: participación laboral, tasa de desempleo, productividad, compensación de la productividad, participación de los beneficios en el valor agregado, y concentración de los mercados.

4.1. Optimistas

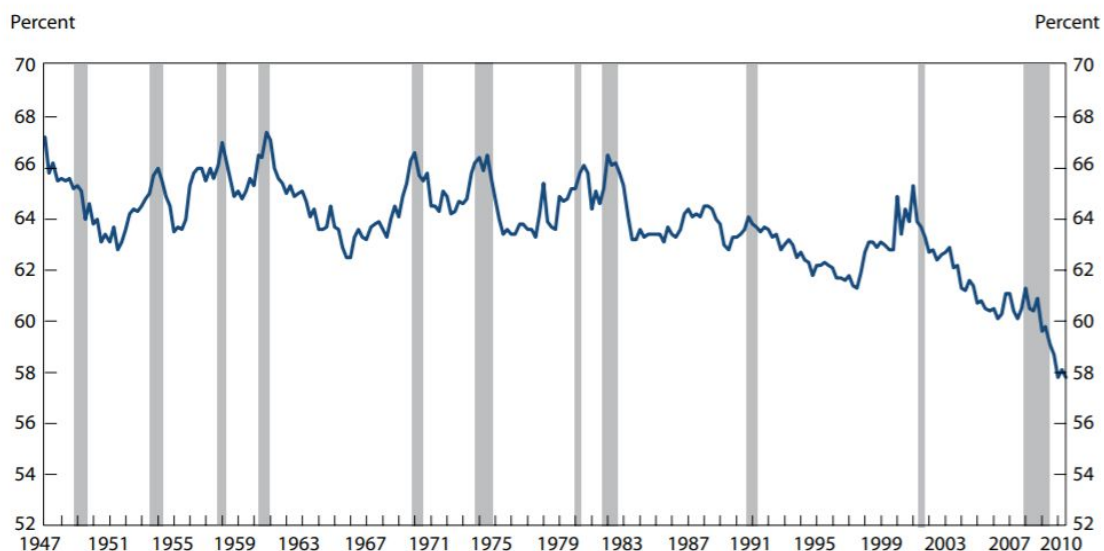
El estudio del cambio tecnológico se remonta al trabajo de los primeros economistas clásicos, quienes argumentaban que los desplazamientos tecnológicos sólo podrían ser cortoplacistas en su naturaleza basados en la Ley de Say, enfocando su análisis en los efectos de compensación (Woirol, 1996). De acuerdo con este enfoque, los puestos de trabajo perdidos en una actividad, podrían ser “compensados” total o parcialmente por los efectos positivos de una mayor producción traccionada por las maquinarias introducidas (Roitter, 2019). Esta mayor producción podría generarse por tres vías como menciona Woirol. Primero, las reducciones de costos podrían ser traducidas en disminuciones de precios, y éstas a su vez generarían un aumento de la demanda del producto. Segundo, en el caso que la demanda del producto no fuera tan elástica como para permitir la absorción de todos los trabajadores desplazados, los bajos precios que enfrentan ahora los consumidores, harán que tengan más dinero disponible para gastar en otros productos. Y tercero, si no todos los ahorros de costos son traducidos en reducciones de precios, las ganancias extras de los emprendedores podrían ser utilizadas para aumentar su propio consumo o para adquirir bienes de inversión (Woirol, 1996).

Uno de los hechos estilizados centrales de la macroeconomía moderna, inmortalizado por Kaldor (1961), es que durante un siglo de avances tecnológicos sin precedentes en

transporte, producción y comunicación, la participación laboral en el ingreso nacional permaneció aproximadamente constante en el siglo XX (Jones and Romer 2010, citado en Autor y Salomons 2018). Esta regularidad empírica proveyó a los economistas de sustentos para el optimismo ya que, a pesar de las aparentes ilimitadas posibilidades de las nuevas tecnologías de ahorrar en trabajo, la automatización no desplazó al trabajo como un factor de la producción (Autor y Salomons, 2018). Como puede observarse en la Figura 5, la participación del empleo se mantuvo constante por un largo período y promedió 64.3% del año 1947 al año 2000.

Figura 5: Participación laboral del producto en el sector empresarial no agrícola de Estados Unidos.

Primer Cuatrimestre 1945-Tercer Cuatrimestre 2010



Fuente: Fleck, Glaser, y Sprague, 2011

Nota 1: Las barras sombreadas corresponden a las recesiones designadas por el National Bureau of Economic Research (NBER)

Nota 2: El sector empresarial no agrícola representa tres cuartos de la producción y empleo en la economía total, incluyendo el sector manufacturero.

Sin embargo, desde principio de siglo la relación es otra: en la última década la participación ha disminuído a su punto mínimo en el tercer cuatrimestre de 2010 alcanzando un valor de 57,8%. Los optimistas, como Matt Ridley, basándose en la experiencia del siglo pasado, han vaticinado que luego de un período de desempleo masivo, como ha sucedido antes, se inventarán nuevas profesiones, tal como los hackers éticos (Ridley, 2014). Por lo tanto esta fluctuación no representa lo que sucederá en un futuro, sino más bien constituye un desequilibrio temporal (Ridley, 2014). Ridley se basa en una idea sobre el trabajo introducida previamente por Adam Smith, la cual expresa que el propósito de todo trabajo es en definitiva el consumo, es decir que continuarán existiendo trabajos para los humanos siempre y cuando existan deseos insatisfechos. Autor señala que los últimos dos siglos de automatización y progreso tecnológico no han hecho el trabajo humano obsoleto: la proporción de empleo sobre la población incluso creció durante el siglo XX, y aunque la tasa de desempleo fluctúa cíclicamente, como puede observarse en la Figura 6, no hay aumentos aparentes en el largo plazo (Autor, 2015).

Figura 6: Tasa promedio ponderada de desempleo mundial. 1991-2019

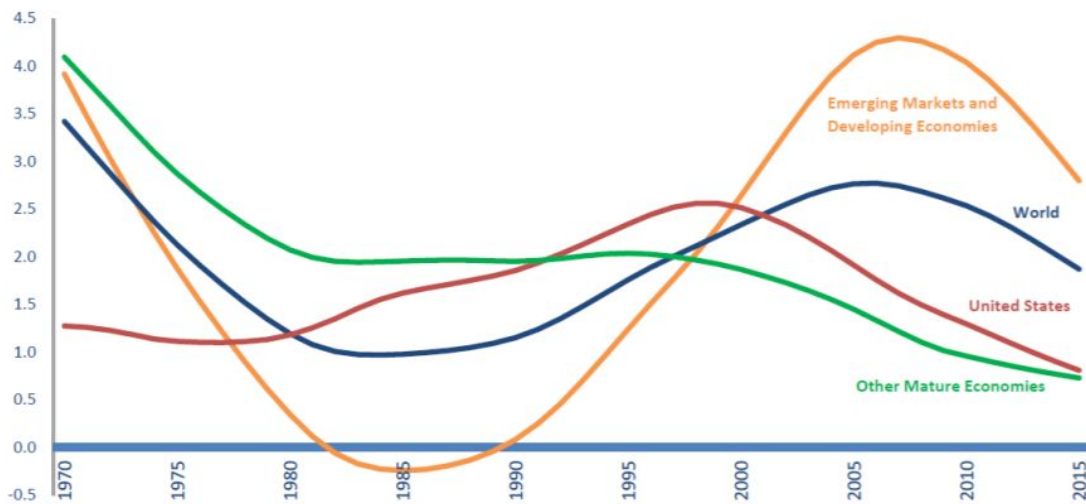


Fuente: Banco Mundial en base a datos de la Organización Internacional del Trabajo, 2019

¿Por qué la automatización no necesariamente reduce el empleo agregado, incluso cuando para producir una unidad de producto se necesita menos trabajo? En general las tareas que no pueden ser sustituidas por la automatización, son complementadas por ella, y por eso, aumentan su valor económico y su demanda (Autor, 2015). En esta misma línea Mandel y Swanson sostienen que los nuevos productos en un ámbito pueden desplazar algunos productos y trabajadores actuales, pero a su vez abren nuevas vías para productos, empresas y empleos de mayor valor que antes no existían (Mandel y Swanson, 2017). Por ejemplo un estudio de PwC con Carl Frey calculó que alrededor del 6% de todos los empleos en el Reino Unido en 2013, no existían en absoluto en 1990, para Londres fue alrededor del 10% de todos los trabajos, los cuales están relacionados principalmente con las nuevas tecnologías digitales (Berriman y Hawksworth, 2017). Mandel y Swanson, reconocen tres vías por las que se producen estos efectos positivos: *directamente*, para los trabajadores que desarrollan las

nuevas herramientas y productos; *indirectamente*, para los trabajadores que aprovechan las nuevas herramientas para crear negocios y servicios no relacionados; y por último a través del *crecimiento económico*, a medida que el aumento de la productividad desbloquea los escasos recursos para invertir en nuevos proyectos y gastar en otros bienes de consumo (Mandel y Swanson, 2017). Con respecto a este último canal, Berriman y Hawksworth destacan que el factor de compensación más significativo es el aumento de la productividad, lo cual generará ingresos adicionales, inicialmente para los propietarios del capital intelectual y financiero detrás de las nuevas tecnologías, pero que alimentara a la economía a medida que éste ingreso se gaste o invierta en otras áreas (Berriman y Hawksworth, 2017). A pesar de que al día de hoy no se observan aumentos significativos en la productividad, Erik Brynjolfsson, Daniel Rock y Chad Syverson se muestran optimistas con respecto a la futura evolución de esta variable. Estos autores basándose en que las TPG tardan un tiempo considerable en extenderse y dar frutos, es posible que todavía no hayan alcanzado su máximo potencial y es por ello que no se vislumbran los aumentos correspondientes en la productividad (Brynjolfsson, Rock, y Syverson, 2017).

Figura 7. Crecimiento suavizado del promedio anual de la productividad laboral por región



Fuente: Datos de The Conference Board utilizados por Brynjolfsson, Rock, y Syverson, 2017

Como puede observarse en la Figura 7, el crecimiento de la productividad ha disminuido a casi la mitad en la última década (Brynjolfsson, et al., 2017). En ese sentido, los autores ofrecen varias explicaciones potenciales para este choque de expectativas y estadística, pero aseguran que el retardo de la aplicación extendida de las TPG es la mayor causa que contribuye a explicar esta paradoja (Brynjolfsson, et al., 2017). Las más impresionantes capacidades de la inteligencia artificial todavía no han sido difundidas ampliamente, los costos requeridos para los ajustes, los cambios organizacionales y las nuevas habilidades pueden ser modeladas como un tipo de capital intangible (Brynjolfsson, et al., 2017). Una parte de este capital intangible se refleja actualmente en el valor de mercado de las firmas, sin embargo la estadística nacional puede fallar en medir los beneficios completos de las nuevas tecnologías, incluso porque las medidas de productividad siguen midiéndose de manera residual (Brynjolfsson, et al., 2017).

Por otro lado y haciendo alusión a los escépticos del cambio tecnológico observadores de muestras insuficientes de progreso, Mandel y Swanson sostienen que a corto plazo existen intentos para evitar el desempleo, pero que serán contraproducentes en el largo plazo, ya que dificultarán la rotación de empleos, disminuirán los ingresos y crearán más desempleo en el largo plazo (Mandel y Swanson, 2017). Las economías fuertemente reguladas y gravadas, al prohibir directamente la innovación o al desalentar la inversión y la experimentación, tienden a desalentar la creación de start-ups y el crecimiento de las pequeñas empresas, favoreciendo a las grandes empresas ya posicionadas (Mandel y Swanson, 2017). El proteccionismo generalmente se produce a expensas de precios de insumos más altos, precios de consumo más altos, obstáculos de represalia a las exportaciones o al acceso al mercado, y una reducción general en el dinamismo y, por lo tanto, el crecimiento del empleo a largo plazo (Mandel y Swanson, 2017)

Otros autores optimistas, quizás más moderados, desconfían en la capacidad del mercado para lograr una creación masiva de empleo, pero manifiestan igualmente que esto es asequible con el correspondiente acompañamiento institucional. La variante neoclásica endogenista de Romer también fundamenta esta confianza en el papel corrector de las anomalías del capitalismo: el factor educativo, al menos en los países desarrollados aseguraría el progreso técnico (Katz, 1998). En este sentido Andrew McAfee sostiene que las recientes tendencias en la polarización laboral son reversibles mediante una mejor educación y un carácter emprendedor (Levy Yeyati, 218). Nübler además señala que el cambio tecnológico tiende a ser secuencial, primero la destrucción y luego la creación de empleo, y entre ambas instancias se requieren nuevas decisiones políticas y sociales que fomenten el desarrollo de nuevas capacidades. El aprendizaje que media en la transición es expresado como nuevas demandas sociales y políticas de nuevos tipos de bienes y servicios, por eso los

investigadores y los políticos deben trabajar en pos de un mayor entendimiento del proceso de creación de empleo, en vez de situar el foco en el problema de destrucción (Nübler, 2016).

Tal es la ansiedad por la automatización que se ha generado, que diversos autores han sostenido incluso que la capacidad de la tecnología de sustituir empleo está sobredimensionada (Autor 2015, Arntz, Gregory y Zierahn 2016). Autor afirma que lo que tiende a primar en el contexto de los cambios tecnológicos recientes es una dinámica de complementariedad en la que los procesos de automatización permiten el aumento de la producción y, con ello, de la demanda de mano de obra. Además este autor se muestra pesimista frente a la posibilidad de que la tecnología sustituya todo tipo de tareas, de hecho sólo lo ve factible para actividades rutinarias, mientras que la automatización de tareas fuertemente cognitivas es aún muy improbable (Autor, 2015).

Por su parte, la OIT (2016) sostiene que la automatización será de tareas en lugar de ocupaciones completas, y se desarrollará un proceso de complementariedad entre el trabajador y la máquina, en el cual los nuevos robots permitirán aumentar las capacidades cognitivas, participativas e incluso físicas de los trabajadores. Así, el empleo tenderá a concentrarse en aquellas tareas que las computadoras no pueden realizar y, por ende, los trabajos se volverán más complejos y de mejor calidad (OIT, 2016).

Pero aquellos preocupados por la automatización y el empleo señalan que las interacciones pasadas entre estos dos fenómenos no pueden sentar precedente para argumentar cómo lo harán en un futuro, ya que las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial aumentan la probabilidad de reemplazar al trabajo en una escala nunca antes observada (Autor, 2015).

4.2. Pesimistas

Otros economistas clásicos vislumbraron la posibilidad de que el cambio técnico conduzca a un aumento sostenido del desempleo agregado. En este sentido se desarrollaron cuatro argumentos principales. Según Woirol, Malthus y Sismondi, motivados por la crisis de sobreproducción del siglo XVIII, notaron por un lado la posibilidad de que exista falta de demanda para el aumento del producto y por el otro podría existir falta de capital para emplear fuerza de trabajo liberada, ya que en la transferencia de recursos, siempre habrá alguna pérdida en el capital total y además podrían haber retardos para reemplazar capital transferido. En la transición habrá desempleo, por lo tanto si el cambio tecnológico fuera continuo o acelerado, entonces el desempleo podría aumentar y permanecer en el largo plazo. Un tercer argumento, destacado por Woirol, sostiene que Marx y Mill afirmaron que el aumento en el poder de compra hipotetizado por la Ley de Say podría no ocurrir ya que la demanda de mercancía no equivalente a la demanda de trabajo. En este sentido este autor argumenta que el aumento en la oferta podría ocasionar la caída de su precio, y la demanda de trabajo podría no necesariamente crecer. Además señala el aumento en el ingreso de aquellos que se enfrentan a los precios más bajos de bienes afectados tecnológicamente sería compensado por los menores salarios de aquellos desplazados por el cambio tecnológico (Woirol, 1996). El último argumento planteado por Marx, sostenía que el cambio tecnológico conducirá a un cambio constante en la estructura orgánica del capital, es decir un aumento en la proporción de capital fijo con respecto al circulante (Marx, 1973). Dado que la demanda de trabajo depende del capital circulante, si éste disminuye, el resultado sería entonces una tendencia a aumentar el desempleo, en términos de Marx, un crecimiento del ejército industrial de reserva (Woirol 1996, Roitter 2019). Marx explicaba, según Roitter, que además, el desempleo se reproduciría ya que era improbable que los nuevos puestos

generados por el aumento de la producción, pudieran ser cubiertos por trabajadores desplazados, ya sea por razones de localización o de calificación y tiempo. También argumentaba que la compensación sería, a lo sumo, parcial, y que el desempleo crecía porque el cambio técnico desplazaba a trabajadores con una mayor rapidez que con la que se producía el crecimiento de la demanda de nuevos empleados ante la acumulación del capital (Roitter, 2019). La principal conclusión del enfoque marxista es que el cambio tecnológico orientado por la acumulación siempre conduce a la crisis, las innovaciones potencian inicialmente la valorización del capital, redistribuyendo las ganancias en favor de las empresas más innovadoras, y luego generan caídas periódicas de la tasa de beneficio, lo que produce desocupación, quebrantos, y pobreza (Katz, 1998).

El pesimismo tecnológico contemporáneo se nutre teóricamente del estancacionismo keynesiano surgido con la crisis del 30 (Katz, 1998). Según Mattick, el propio Keynes fue el promotor de una visión muy escéptica del capitalismo maduro, al presentarlo como un sistema agobiado por la sobreacumulación estructural y el desaliento de la inversión (Katz, 1998). En este sentido, como destaca Levy Yeyati, las compañías más emblemáticas de la economía digital, poseen una fuerte concentración de los mercados donde operan y los niveles de empleo son poco significativos relativos a su enorme valor de mercado (Levy Yeyati, 2018). Como se puede examinar en la Tabla 1 a continuación, la característica más evidente es que al cabo de 11 años, los rubros de las 10 compañías más valiosas del mercado cambiaron radicalmente, hoy la mayoría de las empresas líderes pertenecen al rubro tecnológico.

Tabla 1***Ranking de las 10 empresas más valiosas del mercado. 2009 y 2019.***

2008	Rubro	Valor de mercado	Empleados	2019	Rubro	Valor de mercado	Empleados
Exxon Mobil	Gas y Petróleo	403,3	79.900	Apple	Tecnología	961,3	137.000
Petro China	Gas y Petróleo	325,3	53.168	Microsoft	Tecnología	946,5	144.106
General Electric	Industria General	253,6	304.000	Amazon	E - Commerce	916,1	674.500
Microsoft	Tecnología	243,6	93.000	Alphabet	Tecnología	863,2	103.549
Wal-Mart Stores	Comercio Minorista	235,6	2.100.000	Facebook	Tecnología	512	35.587
P&G	Cuidado Personal	211,4	585.000	Samsung	Telecomunicaciones	272,4	320.671
ICBC	Servicios Financieros	208,3	389.827	Disney	Entretenimiento	238,1	201.000
Berkshire Hathaway	Seguros	202,9	222.000	Coca Cola	Bebidas	203	62.600
China Mobile	Telecomunicaciones	198,5	145.954	Toyota	Automotriz	176,6	370.870
Johnson-Johnson	Farmacéutica	193,6	115.500	Mc Donalds	Restaurantes	148,8	210.000
Total			4.088.349				2.259.883

Fuente: Elaboración propia en base a Forbes y Reportes Anuales de las compañías.

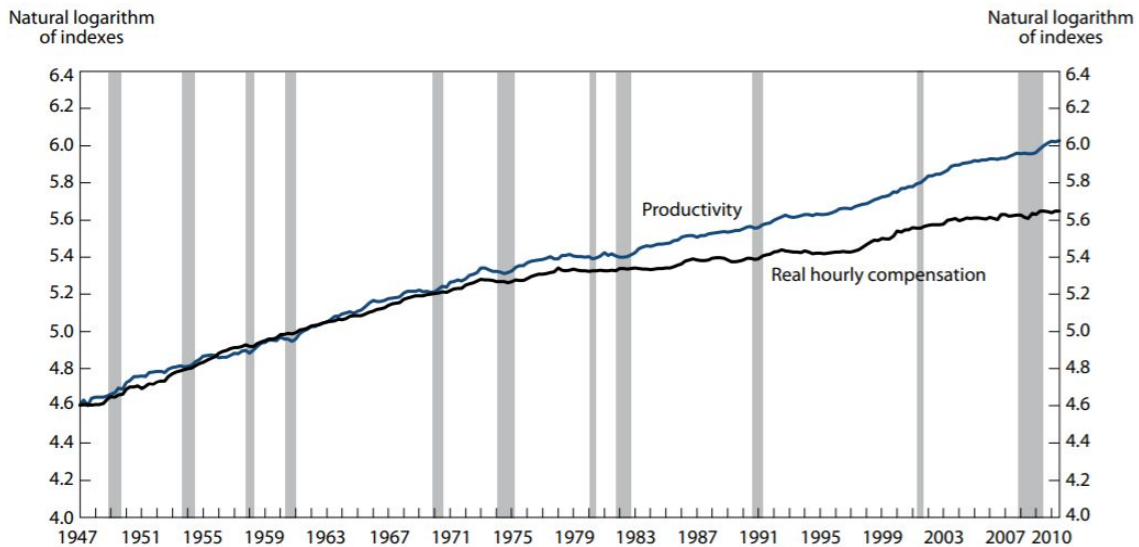
Nota: Los valores de mercado están expresados en billones de dólares estadounidenses.

Con respecto al número de empleados, puede observarse que hoy el “top ten” contrata a aproximadamente 2 millones de empleados menos que hace 10 años, es un indicio que vale la pena mencionar pero que debe ser estudiado más en profundidad. Y por último resulta interesante destacar que las empresas más valoradas por el mercado hace 10 años se llevaban una proporción más equitativa del mercado entre ellas, mientras que hoy se observa una mayor concentración, especialmente en las cuatro primeras compañías del ranking.

Siguiendo con la corriente pesimista, y ahondando en la menor proporción de los beneficios tecnológicos que se llevan los trabajadores, Levi Yeyati advierte que los desarrollos tecnológicos recientes motivaron un abaratamiento de la inversión que elevó la renta empresaria, sin por ello aumentar en forma proporcional la remuneración al trabajador (Levy Yeyati, 2018). En relación con eso, tres investigadores de la Oficina de Estadística del

Departamento de Trabajo de Estados Unidos, realizaron un estudio que arroja información con respecto a la medida en que el empleado se beneficia del crecimiento económico. La productividad y las medidas de compensación dan una idea de esto. El crecimiento de la productividad proporciona la base para el aumento del nivel de vida y la compensación real por hora es una medida del poder de compra de los trabajadores (Fleck, Glaser, y Sprague, 2011). Por un lado, los aumentos en la productividad laboral, la medida más utilizada para calcular la productividad, reflejan la inversión en equipos de capital y en tecnología de información y también reflejan la contratación de más trabajadores altamente calificados (Fleck, et al., 2011). Por otro lado, la capacidad de los trabajadores de aumentar salarios y otras medidas de compensación están atadas a los aumentos en la productividad laboral, por lo tanto ambas variables deberían evolucionar en coordinación (Fleck, et al., 2011). Este estudio presume que desde 1970, la compensación real por hora ha quedado rezagada con respecto al crecimiento de la productividad del trabajo (Fleck, et al., 2011). La participación laboral es una medida de la cuota de la economía que reciben todos los trabajadores, cuando la participación laboral es constante o aumenta, los trabajadores se benefician del crecimiento económico, cuando ésta cae, lo que los autores llaman *gap de compensación-productividad*, se hace más grande (Fleck, et al., 2011). Este crecimiento más lento del gap de compensación puede observarse en la Figura 8.

Figura 8. Productividad y compensación real por hora en el sector no agrícola de Estados Unidos. Primer Cuatrimestre de 1947 - Tercer Cuatrimestre de 2010



Fuente: Fleck, Glaser, y Sprague, 2011

Nota 1: Las barras sombreadas corresponden a las recesiones designadas por el National Bureau of Economic Research (NBER)

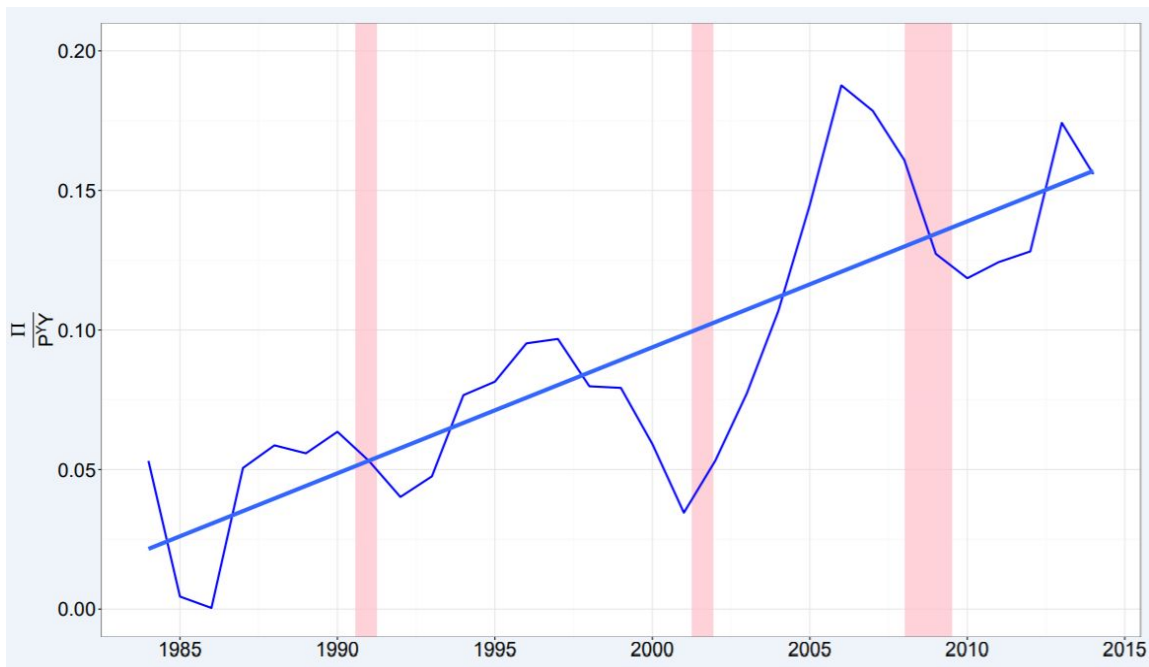
Nota 2: El sector empresarial no agrícola representa tres cuartos de la producción y empleo en la economía total, incluyendo el sector manufacturero.

Por estas razones, la riqueza producida por la innovación no pudo derramarse de manera proporcional al conjunto de la sociedad a través del salario y fue concentrándose crecientemente en el empresario (Levy Yeyati, 2018). En este sentido dos economistas, Loukas Karabarbounis y Brent Neiman, han documentado que el decrecimiento relativo del precio de los bienes de inversión, generalmente atribuido a los avances en las TICs, ha inducido a las firmas a desplazar trabajo por capital (Karabarbounis y Neiman, 2013). Estos autores comienzan mostrando que la participación laboral en el ingreso disminuyó en la mayoría de los 59 países de la muestra, e incluso en países donde se observó mayor caída de la participación laboral, fue donde más disminuyeron los precios relativos de los bienes de inversión (Karabarbounis y Neiman, 2013). Luego utilizando estas variaciones de corte

transversal, estiman que la caída en los precios relativos de los bienes de inversión explican aproximadamente la mitad de la caída en la participación laboral global en el ingreso (Karabarbounis y Neiman, 2013).

La concepción general de que el trabajo es reemplazado por el capital es un elemento común en muchas de las investigaciones realizadas sobre el tema en cuestión. Pero en la tesis doctoral del economista Simcha Barkai se cuestiona esta simple, pero ampliamente aceptada afirmación. Su publicación muestra que la caída en la participación laboral de los últimos 30 años no fue contrarrestada por un aumento de la participación del capital, de hecho esta también ha experimentado una caída (Barkai, 2016). Entonces, cabe preguntarse si el producto no va al trabajo, ni al capital, ¿quién recibe ahora una mayor cuota? El autor documenta que es el empresario, a través de beneficios, quién ha acaparado la diferencia. Como se puede ver en la Figura 9, los beneficios eran pequeños a principio de la muestra, pero luego crecieron dramáticamente en las últimas tres décadas. La tendencia muestra que los beneficios crecieron de 2.2% del valor agregado a 15,7 en 2014 (Barkai, 2016). Este posible desbalance entre un exceso de ahorro y una demanda insuficiente está detrás de la idea de “estancamiento secular”, descrita por muchos economistas para explicar la tendencia hacia la desaceleración del crecimiento global (Levy Yeyati, 2018).

Figura 9: Participación de los beneficios en el valor agregado bruto. 1984-2014



Fuente: Barkai, 2016

Otro interesante argumento pesimista, basado en la concentración de poder de mercado, sostiene que las nuevas tecnologías han establecido una dinámica de flexibilización laboral llevada al extremo. La mayoría de las compañías exitosas de la actualidad funcionan como economías de red, es decir su beneficio se deriva de su tamaño y por lo tanto las empresas apuntan a monopolizar la base de usuarios y extinguir la competencia (Levy Yeyati, 2018). Uno de los tantos bienes que comercializan estas empresas, es la información. Como menciona Levy Yeyati, la información es valor y para ventaja de las compañías, es de obtención gratuita (Levy Yeyati, 2018). Muchos usuarios trabajan gratis sin saberlo, tejiendo red de referencias, recomendaciones, rankings y aportando datos personales para beneficio de la plataforma (Levy Yeyati, 2018). Con ingredientes novedosos pero quizás con una perspectiva no tan nueva, se puede entrever que las nuevas tecnologías de la información han logrado extraer silenciosamente la plusvalía del trabajador, que en este caso está disfrazado voluntariamente de usuario.

Por último y retomando el espectro de las habilidades del trabajador, un controvertido estudio realizado por Frey y Osborne en el 2013, afianzó aún más la visión pesimista de que en el futuro del trabajo no habrá lugar para todos. Estos autores postularon, a través de asignar probabilidades de automatización a las distintas ocupaciones, que aproximadamente el 47 % de las ocupaciones de Estados Unidos corren el riesgo de ser computarizadas (Frey y Osborne, 2013). La discusión conceptual desarrollada por estos autores se construye fundamentalmente como una profundización de los aportes realizados por Autor, Levy y Murnane (2003), quienes consideran que el impacto negativo sobre el empleo de las nuevas tendencias tecnológicas se da sobre las ocupaciones rutinarias, mientras que enfatizan el carácter complementario de la informatización sobre las tareas cognitivas no rutinarias (Roitter, 2019). Tres años después Arntz, et al, critican el enfoque de Frey y Osborne, ya que estos autores asocian la automatización a las ocupaciones, en lugar de asociarla a tareas particulares, y particularmente este error podría llevar a una grave sobreestimación de los resultados (Arntz, et al., 2016). Por su parte Arntz et al. establecieron en términos generales, que en los 21 países de la OCDE, alrededor del 9% de los trabajos son automatizables, una proporción un tanto menor pero que de todas maneras no augura un futuro optimista para la evolución de las ocupaciones, ya que tanto Frey y Osborne como Arntz et al. destacan el avance de la tecnología hacia incumbencias más cognitivas en un futuro cercano (Frey y Osborne 2013, Arntz et al. 2016).

5. Argentina

Sería posible pensar que, con una realidad tan frágil como la de Argentina, la discusión sobre la automatización sería un lujo que no correspondería darse hasta no resolver una lista infinita de problemas estructurales más urgentes. Pero para nuestra desgracia, la

automatización, de hecho, es una amenaza que se torna cada vez más evidente. En este sentido, un estudio presentado por las Naciones Unidas sugirió que el aumento en el uso de la robótica en países desarrollados podría perjudicar la tradicional ventaja comparativa de los costos laborales en los países en desarrollo (Kozul-Wright, 2016). ¿De qué manera? La automatización estimula un proceso de desglobalización o *reshoring*, por el cual la rama industrial que tiene sede en los países en desarrollo tiende a volver a los países desarrollados en forma de trabajo robótico (Levy Yeyati, 2018). Además de la influencia internacional que es inseparable del funcionamiento del país, Argentina tiene sus peculiaridades que la posicionan en un lugar vulnerable. Más aún, un informe realizado por el Banco Mundial, replicando la metodología de Frey y Osborne para países desarrollados y en vías de desarrollo, le otorgó a Argentina la primera posición en el ranking de países con mayor riesgo de automatización (Banco Mundial, 2016). Según este informe, el 65% de la participación laboral en este país es susceptible de ser computarizada (Banco Mundial, 2016). Resulta interesante destacar que, por más críticas que pueda recibir la metodología con la que se realizó el estudio, es innegable que este dato altisonante arroja algo de verdad. Argentina, así como otros países de la región, al tener gran parte de la fuerza laboral compuesta por trabajadores rutinarios de baja y mediana calificación, están altamente expuestos a los efectos de la automatización (Levy Yeyati y Sartorio, 2018).

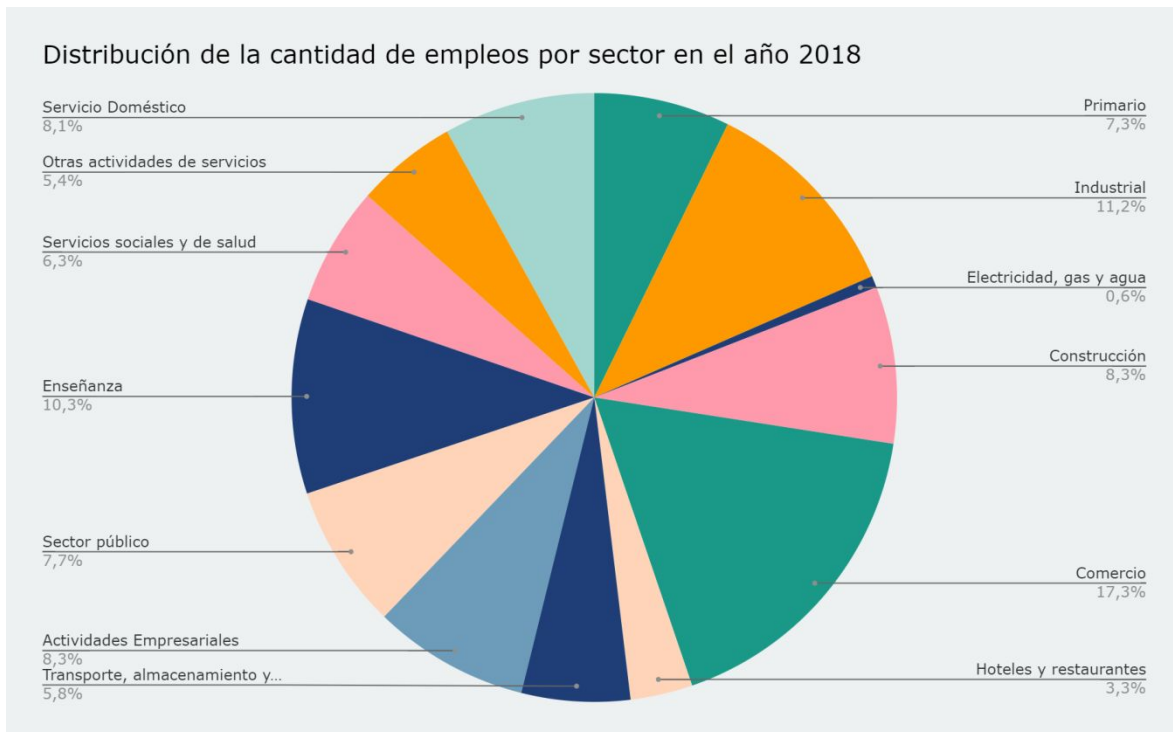
Hasta ahora hemos analizado mayormente el impacto de las nuevas tecnologías en el mundo desarrollado, por una cuestión de variedad de información e investigaciones sobre el tema y además porque forma parte del medio con el cual interactuamos. Si bien esta información es útil para comprender el panorama mundial y el comportamiento del empleo versus las tecnologías, la situación en Argentina dista bastante de la que acontece en los países desarrollados e incluso guarda sus particularidades con respecto a los países de la

región. Por consiguiente, el presente y último capítulo se propone contextualizar a la Argentina en la dinámica de las nuevas tecnologías.

5.1. Demanda Laboral y Estructura Productiva

Comprender la composición de la estructura productiva de un país, significa comprender también su estructura laboral (Albrieu, Rapetti 2018, Roitter 2019). En general, este es un elemento de análisis crucial para comprender la dinámica de cualquier grupo de países, especialmente en el caso de América Latina, donde la heterogeneidad de las estructuras es particularmente fuerte inter e intra-sectorialmente (Roitter, 2019). En las economías en desarrollo, como la de Argentina, conviven sectores y actividades modernos de alta productividad, con otros rezagados de muy baja productividad (Albrieu y Rapetti, 2018). Los primeros se encuentran próximos a los estándares internacionales, y los segundos, según el grado de desarrollo, pueden ser mayormente agrícolas de subsistencia o urbanos de alta informalidad, ambos de bajísima calificación y escaso uso de tecnología (Albrieu y Rapetti, 2018). Como una primera aproximación al mapa de trabajo argentino podemos observar, en el siguiente gráfico, la distribución de trabajadores por tipo de actividad. A grandes rasgos, podemos identificar en la Figura 10 que en el sector privado existen varias actividades con importante peso relativo. Por un lado se encuentra el sector primario, que comprende actividades como agricultura y ganadería, pesca y extracción de recursos naturales en minas y canteras. También se puede observar el sector industrial o manufacturero que es el segundo sector con más trabajadores, y cuya vulnerabilidad es mayor dada la tendencia mundial de las manufacturas a perder empleo (Levy Yeyati, 2018). Con respecto al sector servicios, el comercio se posiciona como el sector que emplea más trabajadores, seguido de la construcción, la enseñanza, actividades empresariales, etc.

Figura 10: Porcentaje por sector del total de la cantidad de empleos en Argentina. 2018

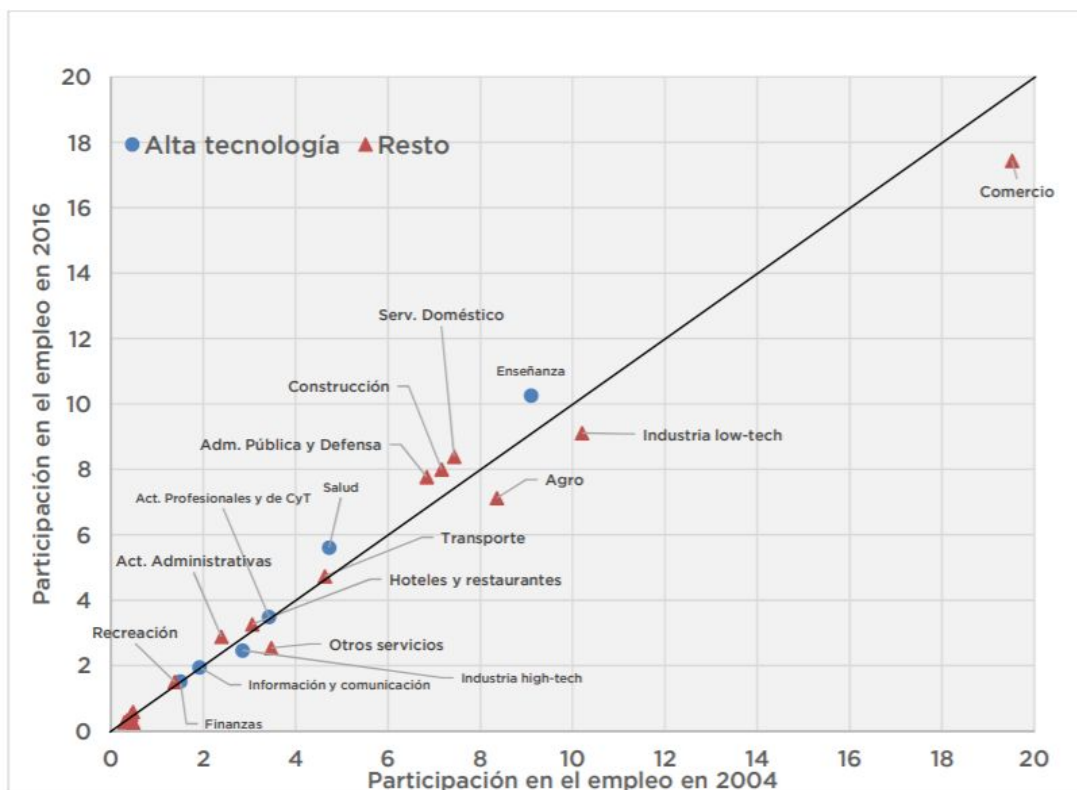


Fuente: Elaboración propia en base a la Cuenta de Generación del Ingreso del INDEC.

La Figura 10 muestra una foto de la actualidad, pero en los últimos años el empleo por sectores de actividad ha sufrido algunas transformaciones. En la Figura 11 se distinguen dos grupos: uno formado por las actividades de alta tecnología y calificación y otro por el resto de las actividades (Levy Yeyati, Montane, y Schteingart, 2018). Las de alta tecnología incluyen: industria manufacturera de alta tecnología, como químicos, medicamentos, maquinaria y equipo, electrónicos y equipo de transporte; diversos servicios tales como “actividades profesionales, científicas y técnicas”; “información y comunicación”, “finanzas”, “salud” y “enseñanza” (Levy Yeyati, et al., 2018). Como se puede observar en la Figura 11, la diagonal de 45 grados indica la estabilidad de empleo en el sector, si el punto se ubica por encima de ella, el sector ganó participación en el empleo, si se ubica por debajo perdió participación laboral (Levy Yeyati, et al., 2018). En base a esta explicación, ¿qué se

puede decir de los sectores con respecto a su evolución en los últimos años? Parece que los sectores que más empleo han perdido son: el agro, la industria y el comercio y los que más han ganado participación son la enseñanza y la salud. Si nos detenemos a recordar el impacto de las nuevas tecnologías planteado por Frey y Osborne, Autor y Dorn y Acemoglu, entre otros, estos movimientos parecen corresponderse con sus hipótesis mencionadas previamente en otras secciones (Frey y Osborne 2013, Autor y Dorn 2013, Acemoglu 2002). Es probable que la tendencia de la complementariedad tecnológica con los empleos más calificados y de habilidades más abstractas y cognitivas se observe en la realidad argentina. Mientras que los empleos más rutinarios, manuales y de calificación media, como los que se encuentran en el sector manufacturero, comercial y agropecuario parecen perder lentamente su participación en el empleo total.

Figura 11: Evolución de los empleos formales por sector. 2004-2016



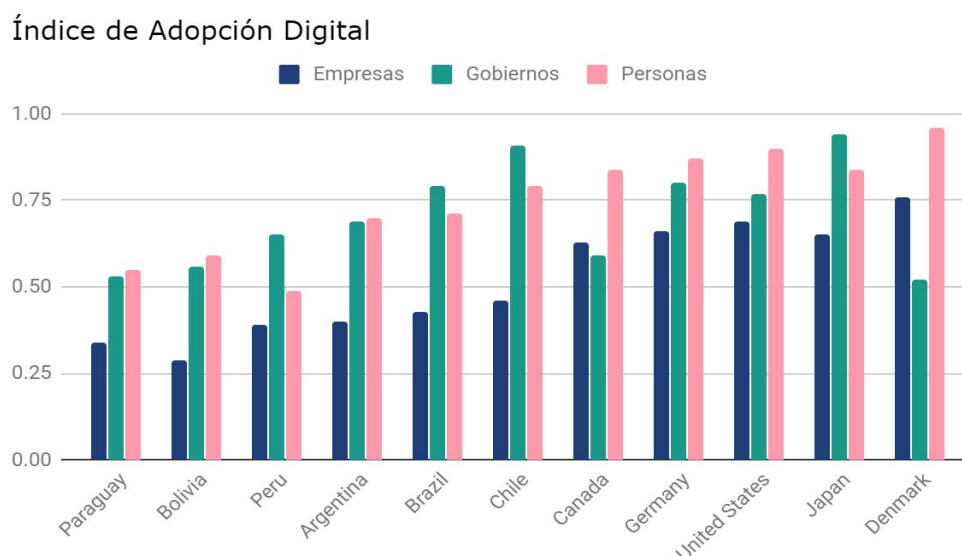
Fuente: Levy Yeyati, Montane, y Schteingart, 2018

No sólo es importante observar el comportamiento de la demanda laboral, sino también indagar en sus perspectivas con respecto a la incorporación de las tecnologías 4.0. En tal aspecto, un relevamiento al sector empresario llevado a cabo en el 2018 por el Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC) parece sustentar las conjeturas mencionadas anteriormente. El CIPPEC realizó una encuesta a 307 empresas de seis ramas de la industria argentina: 1) Alimentos procesados, 2) Siderurgia y Metalmecánica, 3) Vehículos livianos y Piezas y accesorios, 4) Textil, 5) Maquinaria agrícola y 6) Biofarma. Las firmas pertenecen a las principales jurisdicciones del país: Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Tucumán y Mendoza, que representan el 76% del total de empresas de Argentina (Albrieu y Rapetti, 2018). Los resultados muestran que, en términos de adopción tecnológica el proceso de tecnologización recién comienza: se pueden distinguir claramente tres grupos de empresas, de las cuales, sólo el 6% utiliza tecnologías avanzadas, el 45%, tecnologías intermedias y casi la mitad de las firmas poseen tecnologías antiguas y no están llevando a cabo acciones para modernizarse (Albrieu y Rapetti, 2018). Las empresas encuestadas reflejan un proceso de automatización con impacto balanceado sobre el empleo en los últimos cinco años, las más avanzadas, en su gran mayoría (62%), han aumentado su dotación de personal como consecuencia de este proceso (Albrieu y Rapetti, 2018). En cambio, entre las empresas menos avanzadas y poco dinámicas, son más las que han reducido personal (Albrieu y Rapetti, 2018). En concordancia con lo observado en la Figura 11, en el último quinquenio, la incorporación de tecnologías ha tenido un impacto relativamente más negativo sobre el empleo en aquellas tareas más bien repetitivas y con bajo contenido cognitivo, relacionadas con gestión de stock, logística, distribución, relación con proveedores y mantenimiento de equipos (Albrieu y Rapetti, 2018). En contraposición a esto y aunque las expectativas respecto al impacto de la automatización

sobre el empleo en el futuro cercano son más bien pesimistas, se destaca un impacto neutro o incluso positivo de la automatización en tareas con elevado contenido cognitivo y donde las habilidades blandas son más importantes (Albrieu y Rapetti, 2018).

Otro aspecto que agrega a la descripción del perfil tecnológico de la demanda laboral argentina es un indicador creado por el Banco Mundial, en colaboración con Microsoft, llamado Índice de Adopción Digital. El mismo abarca tres dimensiones: empresas, personas y gobiernos y es el promedio simple de otros tres indicadores normalizados que miden la tasa de adopción para los grupos relevantes (Banco Mundial, 2016). En el caso de las empresas es el porcentaje de los negocios con páginas web, el número de servidores seguros, la velocidad de descarga, y la cobertura de 3G en el país (Banco Mundial, 2016). Para las personas, se logra promediando dos indicadores normalizados de la encuesta Gallup: acceso a telefonía móvil y acceso a internet desde la casa (Banco Mundial, 2016). Y para la dimensión de gobierno se obtiene promediando índices de: sistemas administrativos centrales, servicios públicos en línea e identificación digital (Banco Mundial, 2016). A continuación se puede ver en la Figura 12, los resultados de este indicador para Argentina, países de la región y algunos países desarrollados.

Figura 12: Índice de Adopción Digital. 2016



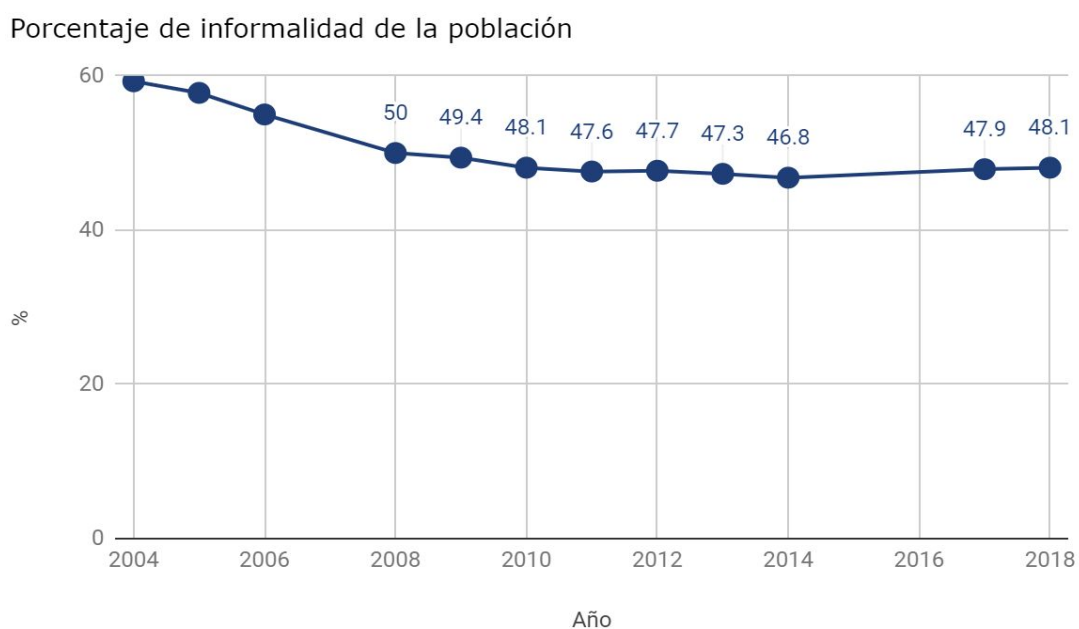
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial.

Como se observa en la Figura 12, Argentina con respecto a los países de la región, se encuentra en una posición intermedia, ubicándose por detrás de Chile y Brasil. El único país de la región que acerca más su performance a la de los países desarrollados es Chile. Por otra parte, la brecha entre las dimensiones de empresa versus personas y gobiernos parece cerrarse a medida que los países son más avanzados. En los países de la región se observa además que la adopción de tecnología en el sector empresarial parece ser la más rezagada en concordancia con el atraso tecnológico que continúa siendo eje en este análisis.

Retomando la información proveniente de la Figura 11, el hecho de que la transformación tecnológica cree y destruya a la vez puestos de trabajo, produciendo una reconfiguración del mercado laboral, no implica que los trabajadores disponibles tengan la capacidad para transferirse de un sector a otro con tanta facilidad. Más aún, si los puestos que se destruyen pertenecen a sectores de baja calificación, y los que se crean son en sectores de mayor calificación. Como mencionamos anteriormente, Marx en este sentido reconoció que el desempleo se puede reproducir, ya que es improbable que los nuevos puestos generados

por el aumento de la producción pudieran ser cubiertos por trabajadores desplazados, ya sea por razones de localización o de calificación y tiempo (Roitter, 2019). Y en este aspecto, Levy Yeyati agrega que no es sólo cuestión de modificar el salario para absorber la fuerza laboral desempleada como argumentan los neoclásicos, sino que la demanda es un tanto inelástica y esta rigidez se manifiesta principalmente a través de la informalidad. Si bien en la mayoría de los casos una variación del salario equilibra la oferta y la demanda de trabajo, este autor sostiene que, en la frontera del mercado, este mecanismo de ajuste pierde efectividad. Si un trabajador con las características mencionadas anteriormente, pierde su empleo regular, no le basta con reducir su salario para conseguir otro similar, ya que es probable que este tipo de trabajos de a poco desaparezcan (Levy Yeyati, 2018). Una opción inmediata es, por un lado, conseguir un trabajo precario e informal, o simplemente integrarse a la clase socialmente aislada, con crecimiento acelerado y que subsiste a través de actividades extralegales, prácticas laborales de mendicidad, programas sociales o trabajos ocasionales (Salvia, 2005).

Figura 13: Porcentaje de la población total que trabaja en condiciones de informalidad. 2004-2018



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Encuesta Permanente de Hogares.

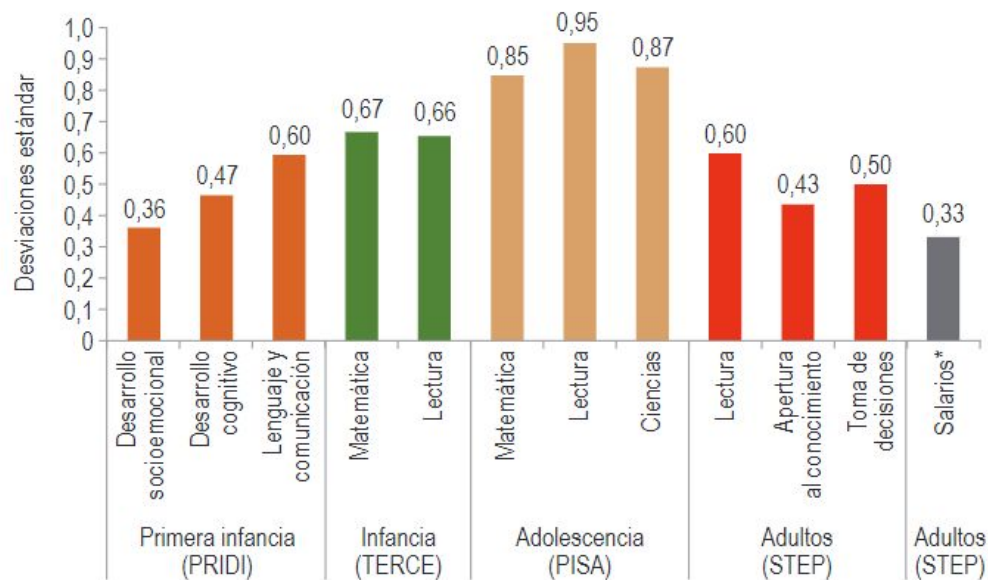
Como se puede distinguir en la Figura 13, los niveles de informalidad que caracterizan a nuestro país son preocupantemente altos. A pesar de haber disminuido 11 puntos porcentuales en los últimos años, el mercado laboral posee casi la mitad de los trabajadores en condiciones de informalidad. Con este escenario planteado previamente, queda claro que las nuevas tecnologías agregan una preocupación adicional a la insuficiencia del mercado laboral para hacer frente al desempleo. En una economía como la de Argentina, con un sistema productivo fragmentado y un débil crecimiento de la demanda agregada de empleo, los trabajadores de baja calificación constituyen un grupo particularmente vulnerable en términos de precarización laboral (Salvia, 2005).

5.2. Composición de la Oferta Laboral

La transición demográfica es un proceso de muy largo plazo que afecta a todos los países del mundo, esa transición consta de tres grandes etapas: la temprana, la del bono demográfico y la de envejecimiento poblacional (Fanelli, y Gragnolati, 2014). Argentina se encuentra actualmente en una etapa que se denomina ventana de oportunidad demográfica (VOD) o más comúnmente llamada, ‘bono demográfico’. Este bono demográfico se caracteriza por ser un período en el cual hay más habitantes en la población económicamente activa (Fanelli, y Gragnolati, 2014). Se estima que nuestro país se encuentra dentro de la VOD desde el año 1995 y, según las proyecciones, permanecerá en esa posición hasta 2035-38 (Fanelli, y Gragnolati, 2014). Esto es una buena noticia si la creciente oferta de mano de obra encuentra su propia demanda, pero podría ser contraproducente si los nuevos trabajadores ingresan a ocupaciones de baja productividad, o no trabajan en absoluto (Levy Yeyati y Sartorio, 2018). ¿Qué se puede decir entonces de la calificación de la fuerza laboral

en Argentina? Existen dos abstracciones de la realidad que dan una idea precisa de la posible evolución de un trabajador en el mapa argentino. La primera es que el nivel socioeconómico de origen es el principal condicionante del desempeño escolar (Levy Yeyati, 2018).

Figura 14: Brechas en las habilidades por nivel socioeconómico

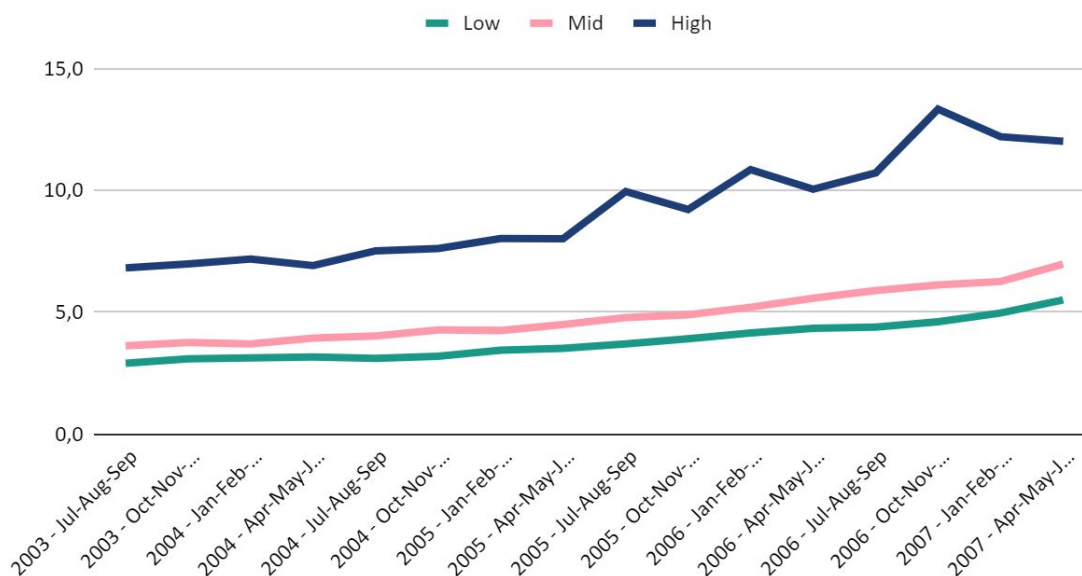


Fuente: Aprender mejor, Banco Interamericano de Desarrollo, 2017

En la región de América Latina y el Caribe las habilidades no solo son bajas, sino que además están distribuidas de manera desigual entre los hogares de ingresos bajos y altos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017). Como muestra la Figura 14, la brecha de las habilidades entre distintos niveles socioeconómicos no parece debilitarse con el tiempo: aparece en los primeros años y se acentúa a lo largo de la infancia y la adolescencia. En un país como la Argentina que en el primer semestre de 2019 se documentó que el 35,4% de las personas se encuentran bajo la línea de pobreza, la posibilidad de que las habilidades en la población crezcan considerablemente parece mínima (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2019).

La segunda abstracción que parece interesante considerar es que el nivel de educación es el principal condicionante del desempeño laboral por trabajador, independientemente de otros factores como la actividad, el género, la zona, etc. (Levy Yeyati, 2018).

Figura 15: Salario por hora para nivel educativo alto, mediano y bajo en Argentina. 2003-2007
Salario hora por nivel educativo



Fuente: Elaboración propia en base a CEDLAS y Banco Mundial

En correspondencia con lo observado en la Figura 15, se puede visualizar que existe una brecha significativa en el salario por hora de los trabajadores que poseen un alto nivel educativo con los trabajadores que tienen bajo y medio nivel educativo.

Por lo tanto, si tomamos a una persona nacida en un hogar de bajos ingresos, es probable que su desempeño académico sea bajo y por lo tanto su salario será bajo también en comparación con una persona nacida en un hogar de ingresos más altos. Ante semejantes diferencias de partida, podemos ver que el esfuerzo individual tiene claras limitaciones. En una sociedad desigual, donde las condiciones iniciales queden libradas a merced del mercado, lo más probable es que el trabajo del futuro solo reproduzca y refuerce las desigualdades

existentes y que los trabajadores originados en hogares pobres sólo accedan a empleos precarios, informales e improductivos (Levy Yeyati, 2018). La oferta de trabajo de baja calificación expuesta al cambio productivo y tecnológico seguirá siendo probablemente alta e incentivará a presionar los salarios a la baja. Lo que parecía una oportunidad, el previamente descrito bono demográfico, podría convertirse en lo que Levy Yeyati identifica como “un salvavidas de plomo”. Mientras que contamos con mayor proporción de habitantes en edad activa, si éstos no tienen las habilidades que las nuevas transformaciones tecnológicas demandan, serán una carga más que una herramienta para el progreso.

6. Conclusiones

Como comenzamos discutiendo en el presente trabajo, el avance de las tecnologías de la información y la comunicación parece estar creciendo a niveles extraordinarios, surgiendo a su paso, invenciones que hace algunos años eran inimaginables. Pero lo particular de esas invenciones no es sólo su espectacularidad, sino la posibilidad de sinergia que existe entre ellas dada la cantidad de información actualmente disponible y el aumento de la conectividad. Por esta misma razón es que el avance tecnológico actual podría llegar a tener un impacto tan extendido como lo tuvo la electricidad hace más de doscientos años. Y tal como hemos analizado que sucede en los cambios tecnológicos, se impone una lógica disruptiva, cargada de incertidumbre, que destruye inercialmente lo obsoleto. Esta transformación social hoy en día presenta sólo algunos vestigios de evidencia, pero son los suficientemente notables como para augurar un futuro radicalmente disímil. Entre todos los indicios que hemos estudiado, parecen destacarse algunas pequeñas certezas. En principio, las oportunidades que ofrecen las tecnologías particularmente para quién las puede dominar son descomunales, pero para poder hacer uso de las mismas se necesitan no sólo un set de conocimientos codificados sino

también conocimientos tácitos que llevan costos asociados para su adquisición. En el cambio de paradigma al que asistimos actualmente se vislumbra la importancia de la educación como factor clave tanto para el desarrollo de una nación como para mejorar las posibilidades de empleabilidad de los individuos. De esta manera la adquisición de habilidades blandas y la capacitación de mayor profundidad cognitiva se vuelve imperante, dado el evidente reemplazo de las tareas rutinarias, tanto cognitivas como manuales, por parte de la automatización. Como argumentan algunos autores, el factor educacional es crucial para subsanar los desequilibrios del capitalismo, aunque no siempre su potenciamiento está al alcance de todas las naciones ni de todos los individuos. De hecho la lógica de la desglobalización y las variables que limitan la movilidad ascendente de las personas, como en el caso de Argentina, muestran que la Revolución 4.0 no está al alcance de todos. Esta profundización de la desigualdad de oportunidades se ha retroalimentado positivamente. Situación que se puede observar hoy como un aumento en la concentración de la riqueza y de poder económico, desmitificando el reemplazo del factor trabajo por capital y dejando entrever hacia donde fluyen, por el momento, los beneficios del cambio tecnológico. Por último podemos destacar que existe un patrón que se repite tanto a nivel global como a nivel local. Los que realizan tareas automatizables, es decir manuales y rutinarias, tarde o temprano terminan siendo desplazados de la lógica sistémica en la cual la tecnología toma protagonismo. Los que pierden son los países que conservan sus estructuras de producción obsoletas, y los trabajadores que no logran capacitarse para poder ser contratados o emprender. De una forma u otra los que comparten la derrota son los que efectivamente no pueden avanzar al paso del cambio tecnológico, ya sean integrantes de la fuerza laboral, sectores productivos o incluso países que sutilmente van siendo descartados de la cadena global de valor. Como consecuencia, la difusión de la tecnología amplía cada vez más la

brecha entre los que se adaptan y los que no. Si bien es cierto que el progreso técnico brinda más herramientas para todos por igual, no todos tienen la capacidad de usarlas de la manera más eficiente. Por un lado la expansión tecnológica derivará en la creación de nuevas profesiones, mercados y formas organizacionales que todavía hoy no figuran en su totalidad. Aunque la sola existencia y disponibilidad de las herramientas digitales y tecnológicas no garantiza que tanto las naciones como los individuos puedan mudarse a la Revolución 4.0. Se necesita una transformación que lleva tiempo y sobretodo consistencia, virtud que sólo los que la requieren, no la poseen. Por eso la pregunta es, y siempre ha sido, si es posible de alguna manera lograr reconfiguraciones estructurales con ayuda de estas herramientas que nos permitan ser agentes decisores más que dependientes de las vicisitudes de la economía global y la evolución del capitalismo.

7. Referencias

- Acemoglu, D. (2002). Technical change, inequality, and the labor market. *Journal of economic literature*, 40(1), 7-72.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*.
- Albrieu, R. y Rapetti, M. (2018). ¿Robots en las pampas? Futuros alternativos para el mercado de trabajo argentino en la Cuarta Revolución Industrial. Documento de Políticas Públicas. Recomendación N°210. Buenos Aires: CIPPEC.
- Albrieu, R., Basco A. I., Brest López, C., de Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., y Vienni, G. (2019). Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina. Recuperado del sitio de internet de CIPPEC: <https://www.cippec.org/publicacion/travesia-4-0-hacia-la-transformacion-industrial-argentina/>
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries.

- Autor D. y Salomons, A. (2018). Is automation labor-displacing? Productivity growth, employment, and the labor share (No. w24871). National Bureau of Economic Research.
- Autor, D. (2014). Polanyi's paradox and the shape of employment growth (Vol. 20485). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Autor, D. (2015), "Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, N° 3.
- Autor, D. and Dorn, D. (2013). The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *American Economic Review*. 103(5): 1553–1597.
- Autor, D., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. National Bureau of Economic Research.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). Aprender mejor: Políticas públicas para el desarrollo de habilidades. *Washington, DC*.
- Banco Mundial (2016). World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-0671-1.
- Banco Mundial (2019). Informe sobre el Desarrollo Mundial 2019: La naturaleza cambiante del trabajo, cuadernillo del "Panorama general", Banco Mundial, Washington, DC.
- Barkai, S. (2016). Declining labor and capital shares. Stigler Center for the Study of the Economy and the State New Working Paper Series, 2.
- Bresnahan, T. F., & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies 'Engines of growth'?. *Journal of econometrics*.
- Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2017). *Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics* (No. w24001). National Bureau of Economic Research.
- Buckingham, D. (2008). Más allá de la tecnología. Aprendizaje infantil en la era de la cultura digital. Buenos Aires: Manantial.
- Dávila, A. O. (2008). Economía de la innovación y del cambio tecnológico: una aproximación teórica desde el pensamiento schumpeteriano. *Revista Ciencias Estratégicas*, 16(20), 237-246.

De la Fuente López, P. (2004). *Los luditas y la tecnología: lecciones del pasado para las sociedades del presente*. [archivo PDF]. Recuperado de: <http://mimosa.pntic.mec.es/~sferna18/materiales/salus/LUDITAS.pdf>

Digital Initiative, Harvard Business School. (14 de Noviembre de 2017). Adidas is clicking “print” on your next pair of shoes. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://digital.hbs.edu/platform-rctom/submission/adidas-is-clicking-print-on-your-next-pair-of-shoes/#>

Ekelund, R. y Hérbert R. (1992). *Historia de la Teoría Económica y de su método* (3ª ed.) McGraw Hill

Fanelli, J. M., y Gragnolati, M. (2014). *Demografía y macroeconomía: oportunidades y riesgos en la Argentina del bono*.

Federación Internacional de Robótica. (2018). *Robots and the Workplace of the Future*. Recuperado de: https://ifr.org/downloads/papers/IFR_Robots_and_the_Workplace_of_the_Future_Positioning_Paper.pdf

Fleck, S., Glaser, J., & Sprague, S. (2011). The compensation-productivity gap: a visual essay. *Monthly Labor Review*, 134(1), 57-69.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.

Frey, C. B., Berger, T., & Chen, C. (2017). Political machinery: Automation anxiety and the 2016 US presidential election. *University of Oxford*.

González, A. (2014). ¿Qué es Machine Learning?. Cleverdata. [Blog]. Recuperado de: <https://cleverdata.io/que-es-machine-learning-big-data/>

Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509-26.

Gordon, R. J. (2012). Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds (No. w18315). National Bureau of Economic Research. http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2019/01/DT15.1_v2.pdf

Heijs, J., & Buesa, M. (2016). *Manual de economía de innovación. Tomo I: Teoría del cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación (Handbook of innovation economy)*.

Volume I, Theory of technological change and national innovation systems). Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense, Madrid.

Huesca-Reynoso, L., Castro-Lugo, D., & Rodríguez-Pérez, R. E. (2010). Cambio tecnológico y sus efectos en el mercado de trabajo: una revisión analítica. *Economía, sociedad y territorio*.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2019). Incidencia de la pobreza y la indigencia en 31 aglomerados urbanos. Recuperado de: https://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/eph_pobreza_01_19422F5FC20A.pdf

Jimenez-Barrera, Y. (2018). Aproximación crítica a las principales teorías sobre el cambio tecnológico. *Problemas del desarrollo*, 49(193), 171-192.

Karabarbounis, L., y Neiman, B. (2013). The global decline of the labor share. *The Quarterly journal of economics*, 129(1), 61-103.

Katz, C. (1998). Optimismo y pesimismo en la economía de la innovación. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 29(113).

Kozul-Wright, R. (Octubre 2016). Robots and industrialization in developing countries. In United Nations Conference on Trade and Development (No. 60)

Levy Yeyati, E. (2018). *Después del Trabajo*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Penguin Random House Grupo Editorial.

Levy Yeyati, E. y Sartorio, L. (2018). Shifting winds in Latin America. *Latin America Policy Journal*, (7).

Levy Yeyati, E., Montane, M., y Schteingart, D. (2018). Radiografía del trabajo argentino. Programa Argentina 2030 de la Jefatura de Gabinete de Ministros de la Argentina.

Lundvall, B. Å., & Archibugi, D. (Eds.). (2001). *The globalizing learning economy*. New York: Oxford University Press.

Mandel, M., & Swanson, B. (2017). The coming productivity boom: transforming the physical economy with information. *Washington: The Technology CEO Council*.

Marx, K. (1973). *Grundrisse*, trans. Martin Nicolaus. *London: Fengum*.

Nordhaus, W. D. (2007). Two centuries of productivity growth in computing. *The Journal of Economic History*

Nübler, I. (2016). New technologies: A jobless future or golden age of job creation. *International Labour Office Research Department Working Paper*, 13, 22-23.

- OIT (2016), “Iniciativa del centenario relativa al futuro del trabajo”, Informe I, 104a reunión de la Conferencia Internacional del Trabajo. Recuperado de : https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_370408.pdf
- Oppenheimer, A. (2018). *¡Sálvese quien pueda!: el futuro del trabajo en la era de la automatización*. Vintage Español.
- Ridley, M (23 de Marzo de 2014). Technology creates jobs as much as it destroys them. [Mensaje en un blog]. Rational Optimist. Recuperado de : <http://www.rationaloptimist.com/blog/technology-creates-jobs-as-much-as-it-destroys-them/>
- Roitter, S. (2019). *Cambio tecnológico y empleo: aportes conceptuales y evidencia frente a la dinámica en curso* (1a ed). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CIECTI. Recuperado de:
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102.
- Sala-i-Martin, X. [La Vanguardia]. (2012, Diciembre 20). ¿Qué es el ludismo? [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=wvEHUQoD3Y>
- Salvia, A. (2005). Crisis del empleo y nueva marginalidad: el papel de las economías de la pobreza en tiempos de cambio social. En *Los Nuevos Rostros de la Marginalidad*. Buenos Aires (Argentina): Editorial BIBLOS.
- Shaik, A. (1990). *Valor, acumulación y crisis: ensayos de economía política*. Tercer Mundo.
- Smith, A. (1776). Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones. *Valladolid: II Lerner, Max*.
- Stiglitz, J. E. (2014). *Unemployment and innovation* (No. w20670). National Bureau of Economic Research.
- Suárez, O. M. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et technica*, 2(25).
- Violante, G. L. (2008). Skill-biased technical change. *The new Palgrave dictionary of economics*, 2.
- Weiss, M., & Garloff, A. (2011). Skill-biased technological change and endogenous benefits: the dynamics of unemployment and wage inequality. *Applied Economics*, 43(7), 811-821.
- Woirol, G. R. (1996). *The technological unemployment and structural unemployment debates* (Vol. 173). Greenwood Publishing Group.

World Economic Forum. (2018). The future of jobs report 2018. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.

Yoguel, G., Barletta, F., & Pereira, M. (2013). De Schumpeter a los postschumpeterianos: viejas y nuevas dimensiones analíticas. *Problemas del desarrollo*, 44(174), 35-59.