

Impacto de la cuarta revolución industrial en el empleo y en la distribución del ingreso

Martín Calveira
(IAE, Universidad Austral)

Eduardo Fracchia
(IAE, Universidad Austral)

Resumen

El trabajo constituye una revisión de literatura orientada a identificar algunas tendencias recientes en el mercado de trabajo y vincularlas con el proceso de cambio tecnológico enmarcado dentro de la denominada Cuarta Revolución Industrial. La literatura identifica dos grandes tendencias en el mercado de trabajo; polarización del empleo y salarios y pérdida de participación del trabajo en el producto. Estos fenómenos tienen entre sus variables explicativas a distintos impactos de la Cuarta Revolución Industrial, como la robotización de la producción, la penetración de las tecnologías de la información y la digitalización de la economía. A partir de estos hechos se revisan recomendaciones de política.

Clasificación JEL: O4, I3.

Palabras clave: mercado de trabajo, automatización, revolución 4.0.

1. Introducción

En los últimos años ha proliferado una nutrida literatura enfocada en el análisis de los efectos de la Cuarta Revolución Industrial sobre la economía global. A grandes rasgos, se encuentran en esa literatura dos consensos muy marcados. El primero es que el proceso de cambio tecnológico en que el mundo está inmerso tiene un potencial enorme en términos de mejora de la productividad, generación de nuevos bienes y servicios y modificación de la estructura económica, tanto de los países desarrollados como de los emergentes.

El segundo gran consenso es que cambios tan disruptivos en la economía y en el tejido productivo como el que estamos atravesando también generarán fuertes tensiones de diversa índole (BID, 2017). Este trabajo está enfocado en este punto y, en particular, en las alteraciones que la Cuarta Revolución Industrial está generando en el mercado de trabajo.

La Cuarta Revolución Industrial nuclea dentro de sí una serie de modificaciones tecnológicas, algunas de las cuales impactan directamente en el corazón del mercado de trabajo, desplazando a los trabajadores de tareas históricamente realizadas por ellos para dar lugar a robots o computadoras. También la Cuarta Revolución Industrial viene modificando profundamente el estereotipo de empresa exitosa, con un sesgo creciente hacia las superestrellas, compañías con una elevada cuota de mercado, alta productividad, utilización intensiva de nuevas tecnologías y, por lo general, menor uso relativo de mano de obra¹. Estos dos casos, entre otros, dan cuenta del desafío que la nueva era tecnológica supone para el mercado de trabajo.

La literatura reciente recoge estas preocupaciones. En este documento nos proponemos relevar la teoría y evidencia más recientes en la materia a fin de llegar a una comprensión más acabada de lo que cabe esperar que ocurra en el mercado de trabajo a partir de la Cuarta Revolución Industrial, y de lo que puede hacerse para minimizar sus efectos nocivos.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2, luego de un marco introductorio, se presentan las principales características de la Cuarta Revolución Industrial y se revisan las tendencias recientes en el mercado de trabajo de los países desarrollados. Cabe destacar al respecto la creciente polarización de empleos y salarios y la pérdida de participación del empleo en el producto.

En la sección 3 se vinculan esas tendencias con el proceso de cambio tecnológico de las últimas décadas. Una amplia literatura vincula los fenómenos

¹ Según Schwab (2015), fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, los desarrollos generados por la Cuarta Revolución Industrial sentarán las condiciones para un proceso de cambios sin precedentes en comparación con las revoluciones industriales anteriores. La amplitud y profundidad de estos cambios anuncian la transformación de sistemas de producción y gestión en un marco de evolución a ritmo exponencial.

observados en el mercado de trabajo con algunos aspectos del proceso de cambio tecnológico; la robotización, la penetración de las tecnologías de la información o la digitalización, entre otros. El hecho de que las tendencias del mercado de trabajo estén correlacionadas con el proceso de cambio tecnológico, sumado a que éste último mostraría una aceleración en los próximos años, muestran claramente la importancia de que los individuos y los estados tomen posiciones activas para aliviar las tensiones que la Cuarta Revolución Industrial genera o generará.

En esa línea, en la sección 4 se revisan algunas recomendaciones de política, tanto para los individuos como para los estados, orientadas a minimizar los efectos negativos del cambio tecnológico sobre el mercado de trabajo. Allí se destacan, sobre todo, la necesidad de que las personas y el estado inviertan en educación complementaria con la nueva tecnología, y en la importancia de canalizar la investigación y desarrollo hacia tecnologías con elevado efecto sobre la productividad. Por último, en la sección 5 se presentan unas reflexiones finales.

2. La cuarta revolución industrial

La economía mundial, y especialmente las industrializadas, vienen atravesando un rápido y profundo proceso de cambio tecnológico. Este proceso, que abarca diversas aristas, suele ser denominado en la literatura como Cuarta Revolución Industrial. Como se mencionó en la introducción, el objetivo central de este documento es entender la relación entre dicho proceso de cambio tecnológico y las tendencias en el mercado de trabajo.

La Cuarta Revolución Industrial no debe ser entendida como una mera colección de nuevas tecnologías. Por el contrario, el proceso de cambio tecnológico que el mundo está experimentando actualmente está impulsado por el surgimiento y consolidación de una serie de “fuerzas” que interactúan entre sí y que sientan las bases para el surgimiento simultáneo de nuevas tecnologías, cada una con su propio potencial para alterar de manera significativa la economía a nivel global².

Una de las referencias en esta línea de pensamiento es el trabajo de Kelly (2016). En éste se plantea que el progreso tecnológico que se observa en la actualidad se encuentra enmarcado dentro de un conjunto de tendencias que

² De acuerdo a Cabrales et al. (2018), la introducción de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la segunda mitad del siglo xx y su auge, de comienzos de la década de 1990, ha dado espacio a un escenario económico y social sin precedentes. Como consecuencia de esa revolución, una nueva ola de tecnologías relacionadas con la automatización, robotización e inteligencia artificial irrumpió en la sociedad actual. Este proceso se observa en el traslado del conocimiento y la información a las máquinas, así éstas últimas puedan generar la capacidad de toma de decisiones por sí mismas y ejecución de las acciones respectivas.

moldearán el mundo en el corto y mediano plazo. Estas tendencias no sólo aportan cierta capacidad de predicción de la dirección de la evolución de la tecnología, sino que además permiten entender que las tecnologías que han surgido en los últimos años, aunque sean ciertamente disruptivas, son manifestaciones circunstanciales de un proceso más amplio. Entre las tendencias mencionadas, cabe destacar a las siguientes:

1. **Amplia difusión de la inteligencia artificial.** La inteligencia artificial no sólo será cada vez más poderosa y flexible, sino que también será cada vez más barata. Esto permitirá que la inteligencia artificial logre una creciente difusión, de manera tal que comenzará a formar parte de tecnologías de uso rutinario. Eventualmente, se integrará con bienes y servicios de uso masivo.

2. **Transmisión continua y en tiempo real.** La generación y transmisión de información alcanza volúmenes cada vez más altos. La era del *big data* recién ha comenzado, ya que hay mucho margen para mejorar la generación y explotación de la información.

3. **Evolución continua de los productos.** Los bienes y servicios serán cada vez más personalizados y flexibles. En tiempos de rápida evolución tecnológica, los plazos de obsolescencia serán menores.

4. **Personalización de los bienes y servicios.** La enorme cantidad de información disponible y el auge de técnicas de producción altamente flexibles (inteligencia artificial e impresión 3D son ya dos manifestaciones de esto) permitirán superar el paradigma de la producción en masa y revalorizar la producción personalizada.

5. **Creciente colaboración a gran escala entre personas.** La colaboración entre usuarios es una de las señales distintivas de los próximos años. El acceso masivo a información y los bajos costos asociados a la interacción propiciarán el auge de las comunidades colaborativas, algo que podría acelerar aún más la generación y recombinación tecnológica.

6. **Virtualización de la vida.** Cada vez más, los productos y servicios consumidos pasarán de la esfera real a la esfera virtual. El cambio de formato de muchos bienes y servicios, de físico a digital, es sólo el comienzo.

7. **Conexión creciente entre personas y máquinas.** Los *cobots*, robots colaborativos y no sustitutivos de las personas, son un ejemplo de esta tendencia. Habrá una integración creciente entre las personas (con habilidades insustituibles) y las máquinas (que permitirán maximizar su productividad).

Brynjolfsson y McAfee (2016) plantean que las mencionadas tendencias de Kelly (2016), y en particular las nuevas tecnologías que han surgido en el marco de la incipiente Cuarta Revolución Industrial, deben entenderse en el contexto de un proceso de cambio tecnológico exponencial, digital y combinatorio. La primera característica hace referencia a la Ley de Moore. A grandes rasgos, esta ley expone que el poder de la tecnología se duplica dentro de un intervalo de tiempo relativamente constante de dos años. Esto tiene evidentes implicancias en

términos de poder, costo y difusión de la tecnología. Los teléfonos móviles son quizás el ejemplo paradigmático de la Ley de Moore en los últimos años: aunque su poder de procesamiento no deja de crecer, su precio sigue una tendencia a la baja, lo que a su vez ha permitido una extraordinaria difusión de esa tecnología en menos de dos décadas.

Susskind (BID, 2017) agrega que a la evolución de la capacidad de procesamiento descrita por la Ley de Moore se deben adicionar dos características cruciales. La primera es la posibilidad de captar y almacenar grandes volúmenes de información (*big data*). La segunda es la fuerte mejora en la calidad de los algoritmos utilizados para explotar esa información y el poder de procesamiento de las computadoras. Esto es lo que permite que las computadoras no sólo sean cada vez más poderosas sino también más versátiles.

Susskind y Susskind (2015) exponen diversos ejemplos referidos a Estados Unidos sobre capacidades consideradas humanas que los artefactos tecnológicos dominan total o parcialmente tales como, el reconocimiento del lenguaje, la capacidad de respuesta en determinadas situaciones, el perfeccionamiento en capacidades motrices y otras similares. La perspectiva es que lo importante no es si las máquinas “piensan” como humanos, sino que si pueden actuar como tales y resolver situaciones diversas. Estos avances tecnológicos pueden expandirse dado que muchas actividades profesionales se estandarizaron a través de actividades rutinarias y se vinculan con actividades que no requieren capacidades creativas, discernimiento o juicios morales. La conclusión principal es que, en el largo plazo, las máquinas transformarán el trabajo de los profesionales dando paso a nuevas formas de compartir su experiencia en la sociedad.

La segunda característica del proceso de cambio tecnológico para Brynjolfsson y McAfee (2016) es que es digital. La gran mayoría de las nuevas tecnologías se remiten al campo digital, o están fuertemente ancladas en éste. La difusión del *big data* tiene mucho que ver con esto; el flujo creciente de información es vital para la mejora de la tecnología.

Ortigoza Limon y Becerril-Gil (2018) definen que la digitalización es una traducción a bits de diversos elementos. Por lo tanto, sería posible convertir documentos o imágenes a un lenguaje compatible con las computadoras y a los efectos de poder gestionar y analizar dicha información.

Montero Vilela et al. (2019) sugieren que, en efecto, la digitalización generó el machine learning (aprendizaje automático) de las computadoras. El denominado machine learning permite proyectar la capacidad en forma exponencial de la inteligencia de las computadoras a su máxima potencialidad y, por lo tanto, al desarrollo de robots.

La tercera característica mencionada por Brynjolfsson y McAfee (2016) potencia las dos anteriores; a mayor generación de nuevas tecnologías, mayor es la probabilidad de recombinarlas en nuevos productos útiles, en particular para la

economía. Esta es una de las fuerzas centrales en la aceleración del progreso tecnológico de los últimos años.

Aunque estas fuerzas son en algunos casos muy recientes (internet de las cosas, por ejemplo), otras vienen actuando en la economía desde hace décadas. Entre ellas cabe destacar la automatización y la incorporación de tecnologías de la información. Por ello, la relación observada hasta el momento entre esos avances tecnológicos y la dinámica del mercado de trabajo puede aportar información relevante para el futuro.

Acemoglu y Restrepo (2017a y 2019b) argumentan que la automatización debe ser entendida como las nuevas tecnologías implementadas en el sector productivo que potencialmente tienen impactos importantes al modificar las condiciones técnicas del trabajo y realizar tareas que actualmente son realizadas por trabajadores.

De acuerdo con Montero Vilela et al. (2019), la idea de automatización está vinculada a un modo de trabajo en el cual la tarea (acción concreta) transcurre de un punto al siguiente de acuerdo con un procedimiento controlado por un sistema de información. El concepto de automatización vinculado al entorno administrativo o de oficina proviene de la década de 1970, desde las referencias vinculadas a la reducción de papel y la disminución de tareas reiterativas.

González Cao (2019) argumenta que la economía del conocimiento y sus efectos sobre el mercado laboral presenta nuevos modelos de negocios afectados por nuevas tecnologías (inteligencia artificial, blockchain, robótica, etc.), pero también por el rol creciente del capital intangible representado por la propiedad intelectual y capital humano, entre otros factores. En ese contexto se plantea el camino a una disrupción marcada por la convergencia de tecnologías que modifican sustancialmente la forma en cómo trabajaremos.

Molina et al. (2018) observan que en la actual revolución tecnológica existe una dinámica positiva entre la ampliación de la capacidad tecnológica y la disminución de los costos de los robots, lo cual evidencia la proliferación de la implementación de la robótica en diversos sectores productivos.

Rodríguez (2017) advierte que en el mercado laboral ya se están percibiendo cambios sustanciales en algunos sectores productivos. Si bien la industria manufacturera es el sector tradicional en la utilización de robots y lo continuará siendo, es notable que en algunos países las aplicaciones de tecnología ya se han extendido al sector agropecuario, al de construcción y servicios domésticos.

Diversos trabajos han detectado y estudiado, en los últimos años, algunas tendencias observadas en el mercado de trabajo de diversos países, mayormente industrializados. El foco de estos estudios en los países desarrollados se apoya en la disponibilidad de información de esos países, pero también en el hecho de que la incorporación de las nuevas tecnologías ha sido más fuerte en los países más desarrollados, por lo que sus mercados laborales deberían, a priori, haber sufrido en mayor medida los efectos de la

transformación tecnológica. De hecho, como veremos en la sección siguiente, existe una abundante literatura que busca explicar las tendencias del mercado de trabajo a partir de la incorporación de nuevas tecnologías.

La literatura inicial sobre cambio tecnológico se circunscribe a los trabajos de Katz y Murphy (1992), Bound y Johnson (1992), y Card y Lemieux (2001). Desde el argumento de Tinbergen (1974) en relación a la carrera entre tecnología y educación, se asume que la tecnología es complementaria con la mano de obra calificada. Es decir, se notan efectos positivos sobre la demanda relativa y el salario de los trabajadores calificados.

Una primera tendencia en el mercado laboral de los países industrializados es la gradual pero sostenida caída de la participación del trabajo en el PIB. Autor et al. (2019), Karabarbounis y Neiman (2013) y Elsby et al. (2013), entre otros, documentan este fenómeno. Se observa que la caída de la participación del trabajo en el PIB ha sido generalizada para casi todos los países analizados, con lo que es difícil asignar este fenómeno a cuestiones puntuales locales, como podrían ser determinados cambios regulatorios o cuestiones culturales.

Además de la caída de la participación del trabajo en el PIB, Autor (2019) enfatiza que, a lo largo de las últimas cuatro décadas, se ha observado en particular en los Estados Unidos una creciente desigualdad salarial. Lo más paradójico de ese fenómeno es que ha estado acompañado por la reducción de los salarios reales de los trabajadores menos educados, especialmente de los varones con educación inferior a grado universitario. Esta tendencia sostiene Autor también excede a los Estados Unidos y se puede generalizar al grupo de los países industrializados.

Esto último es paradójico ya que en el mismo período de tiempo se produjo un fuerte incremento en el nivel educativo de la fuerza laboral estadounidense, lo que sólo es compatible con el significativo aumento de los salarios reales observado bajo el supuesto de que el progreso tecnológico está sesgado hacia los trabajadores calificados, lo que permitiría que la demanda crezca más rápido que la oferta de trabajadores con un elevado nivel de calificación. En ese caso, y bajo el supuesto razonable de que los trabajadores calificados y no calificados son complementarios, el aumento de la productividad de los trabajadores calificados debería derramar de manera positiva en los salarios de los de menor nivel educativo. Sin embargo, los datos muestran exactamente lo contrario. Este patrón, señala Autor (2019), no sólo aplica a los Estados Unidos, sino que es generalizable a todos los países industrializados.

La interpretación de Autor (2019) de este fenómeno se apoya en un enfoque basado en los cambios en las tareas laborales, pero haciendo foco en la heterogeneidad geográfica de esos cambios. En particular, en ese trabajo se señala que, tras la Segunda Guerra Mundial, los trabajadores sin estudios universitarios pudieron ocupar posiciones con un nivel de especialización y salario creciente, en cercana colaboración con los trabajadores más calificados. De esa manera, se observaba en los mercados de trabajo urbanos una mejora de los salarios reales tanto de los trabajadores con alta calificación como de aquellos con un nivel educativo relativamente bajo.

Este patrón comenzó a cambiar en la década del '70, de la mano del avance de la automatización en la industria y del crecimiento del comercio internacional. De esa manera, la cantidad de tareas especializadas disponible para trabajadores poco calificados comenzó a mermar. Por lo tanto, aunque en términos agregados ha ido creciendo en las últimas cinco décadas el nivel educativo de los trabajadores y la especialización de las tareas, los trabajadores poco calificados de las ciudades han tenido que dedicarse a tareas cada vez menos especializadas. Eso se ve reflejado en que entre los trabajadores con y sin estudios universitarios se redujo la incidencia de los empleos con un nivel de especialización media. Sin embargo, entre los trabajadores no universitarios la mayor parte de esa caída fue absorbida por trabajos de baja especialización, mientras que entre los trabajadores con estudios universitarios hubo mayormente una movilidad ascendente.

Un trabajo relevante de McKinsey (2019) argumenta, para evidencia de Estados Unidos, que uno de los cambios más profundos vinculados al proceso de automatización de las últimas dos décadas ha sido la reducción de los empleos y de los de salarios correspondientes a sectores de ingresos medios. Esto ocurre en Estados Unidos donde los empleos correspondientes con salarios medios representaron el 49% del total en el año 1997, pero solo el 41% en 2019.

Frank et al. (2018) exponen una perspectiva geográfica en relación a la automatización pues centran la atención sobre los efectos de la tecnología en las zonas urbanas. Se argumenta que el impacto de la automatización será mayor en las pequeñas ciudades que en las de ciudades de mayor tamaño. En este sentido, los autores plantean que en las grandes ciudades se dispone de ocupaciones e industrias de gran diversidad, pero distribuyen el empleo con menor uniformidad entre esas ocupaciones. La relación que se presenta en las grandes ciudad entre diversidad y especialización se puede conciliar a través de la división del trabajo, es decir, trabajadores de grandes ciudades podrán beneficiarse dada la disponibilidad de vacantes en profesiones, oficios técnicos y directivos diversos y, debido a esa mayor diversidad de oferta laboral, mayor será la probabilidad de acceder a ocupaciones menos automatizables.

Lladós-Masllorens (2018) argumenta que la aplicación de la automatización será determinada por la naturaleza rutinaria o no de las tareas laborales, mientras que la complementariedad entre mano de obra y maquinaria estará condicionada por la naturaleza cognitiva o manual de las tareas realizadas. Por lo tanto, la tendencia en el mercado laboral marcada por el proceso tecnológico muestra cómo el progreso tecnológico está tendiendo a modificar tareas rutinarias y a complementarse con aptitudes cognitivas.

Argüello Verbanaz (2019) plantea que muchas de las tecnologías que se desarrollan para la producción están diseñadas para optimizar costos de mano de obra directa a través de la sustitución de fuerza laboral por trabajo mecánico, trabajo manual por precisión de máquina o cálculos manuales por cálculos digitales de gran celeridad. Este autor argumenta que las tendencias actuales del mercado laboral se pueden observar en algunas de las categorías de empleo de mayor crecimiento de los últimos años. La economía está generando empleos

que utilizan nuevas tecnologías. Esos nuevos empleos no solo se vinculan con los desarrolladores de tecnología, sino también con diversas tareas como pueden ser instaladores de paneles solares. Se observa que en el sector textil se producen nuevas tareas intensivas en mano de obra que incluyen diseños computarizados, métodos de investigación de mercado y diversas actividades de gestión para una mejor focalización de la demanda y ahorro de costos.

De acuerdo al Banco Mundial (2016) a partir del nuevo milenio se registra una mayor participación relativa en el empleo de las ocupaciones intensivas en habilidades cognitivas y socioemocionales (*soft skills*), pues la “nueva economía” recompensa a las habilidades tecnológicas, cognitivas y socioemocionales.

El Banco Mundial (2016) presenta para Argentina el porcentaje de empleos que pueden ser reemplazados por el efecto cambio tecnológico considerando las probabilidades de automatización. En comparación con otros países de América Latina, Argentina se encuentra dentro de los cuatro países con menor participación del empleo susceptible de ser automatizado con un 64,6% del empleo en riesgo, un valor relativamente elevado.

Gasparini et al. (2020) utilizan esencialmente la perspectiva de Arntz et al. (2016 y 2020) para definir la potencialidad de sustitución de distintas ocupaciones de mano de obra definidas desde la tarea real de cada trabajador por maquinaria. Es decir estiman el riesgo de automatización con aplicación para Argentina desde la tarea real realizada. Mediante esa estimación argumentan que, dada la estructura de ocupación de los trabajadores en Argentina, el riesgo general de automatización para las áreas urbanas es del 16%. Este valor es mayor que la media de los países de la OCDE calculada en Arntz et al. (2016) con 9% de trabajos automatizables. A su vez, se destaca que el valor para Argentina es ciertamente un poco más alto que el máximo en los países de la OCDE.

Gasparini et al. (2020) concluyen para el caso argentino que la capacidad de automatización es mayor en Comercio, Restaurantes y Hoteles, Transporte, Comunicaciones y Servicios Domésticos, y menor en Enseñanza, Salud y Servicios Sociales. No obstante, se observa una gran variabilidad dentro de las industrias, ya que la producción en cada sector demanda una amplia gama de ocupaciones.

La continuidad de estas tendencias en el futuro es materia de debate. Parte de la literatura espera que se mantengan, al menos en el corto y mediano plazo. Por ejemplo, Fine et al. (2019) proyectan hacia 2030 un aumento en la participación total en el empleo de los trabajadores con habilidades tecnológicas, sociales y emocionales. La participación de los trabajadores con elevadas habilidades cognitivas se mantendría y se producirían caídas notorias en la participación de los trabajadores con habilidades cognitivas básicas, físicas y manuales.

Bakhshi et al. (2017) identificaron las ocupaciones que serán automatizadas en los próximos años y aquellas que crecerán en importancia en el contexto del avance de la tecnología. El cambio del empleo se vincula con las implicaciones

para las habilidades, destacando que probablemente crezca la demanda de puestos de trabajo en sectores educativos, de atención médica y en algunas ocupaciones del sector público. También explican por qué algunos trabajos poco calificados, en campos como la construcción y la agricultura, no se enfrentan al proceso de cambios, al menos en una primera fase de la automatización.

Bakhshi et al. (2017) identifican las habilidades que tendrán una mayor demanda, destacando a las interpersonales, cognitivas de orden superior y las habilidades en sistemas y, a partir de ello, ponen el foco en las competencias que serán más comunes entre las carreras con mayor posibilidad de crecimiento. De ese análisis surge una selección de capacidades que se presentan como más útiles para trabajar en un entorno digital y de automatización. Se establece una diferenciación que distingue entre habilidades blandas y duras. En este sentido, los autores argumentan que las habilidades blandas están asociadas al comportamiento de la persona, su desempeño social y manejo emocional. El estudio describe habilidades útiles para los futuros empleos que no se refiere a “habilidades duras” sino a “habilidades blandas”. Citando a Bakhshi et al. (2017), entre ellas destacan cinco que consideran necesarias:

- “Capacidad de toma de decisiones: tener la capacidad de identificar ventajas y desventajas de las opciones viables para poder elegir cuál es la más conveniente”.
- “Amplitud de miras: Ser capaz de desarrollar más de una idea respecto a un tema u objetivo establecido”.
- “Aprendizaje activo: adquirir capacidades para el aprendizaje seleccionando y utilizando métodos de educación apropiados a la situación”.
- “Estrategias de aprendizaje: comprender las consecuencias de la nueva información para resolver problemas actuales o futuros y tomar decisiones”.
- “Originalidad: la habilidad de generar ideas inteligentes, creativas y diversas sobre una temática o para resolver un problema”.

De acuerdo con Salama (2018) las nuevas tecnologías producen un contexto laboral fragmentado ya que el mercado laboral tiende a la flexibilización no solo respecto a los salarios sino también en la versatilidad de tareas. En ese contexto, la ausencia de incentivos de capacitación que genere cierta certidumbre en caso de despido se plantea como un factor negativo para la mano de obra que se debe enfrentar a las restricciones derivadas de la disrupción tecnológica. En el extremo, el trabajador se convierte en su propio empleador y pierde su libertad y sentido de pertenencia a un determinado grupo de trabajo.

Sin embargo, es evidente que la predicción de la continuidad o no de las tendencias descritas requiere, como primer paso, una comprensión de sus

determinantes. La sección siguiente complementa a ésta y está dedicada a la vinculación entre las tendencias observadas en el mercado de trabajo y las posibles explicaciones que el cambio tecnológico puede aportar.

3. Nuevas tecnologías: impacto en el mercado de trabajo

El relevamiento hecho en la sección anterior deja en claro que el mercado laboral de los países industrializados se encuentra inmerso en un proceso de cambio cuyas características más salientes son el menor peso del trabajo en el producto y una mayor desigualdad entre los asalariados. Se desprende de los trabajos revisados que hay diversos determinantes que permiten explicar esa dinámica. En esta sección proponemos entender la relación entre estos determinantes y el proceso de cambio tecnológico denominado Cuarta Revolución Industrial.

Autor et al. (2019) discuten varias potenciales explicaciones de la caída de la participación del factor trabajo en el PIB. Un posible determinante detrás de ese fenómeno es la rápida reducción del precio del capital relativo al del trabajo, lo que podría reducir la participación del trabajo en el producto en la medida en que la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo sea mayor que 1. Esa caída en el precio relativo del capital podría ser un subproducto de cambios tecnológicos. Sin embargo, la evidencia al respecto es contradictoria. Mientras Karabarbounis y Neiman (2013) aportan evidencia de una elasticidad mayor a 1, otros trabajos como Lawrence (2015) y Oberfield y Raval (2014) van en sentido opuesto.

Otra posible explicación de la caída del peso del trabajo en el producto podría ser el cambio en las cadenas globales de valor, en particular la migración de muchas industrias manufactureras desde los países desarrollados a, principalmente, China. Al ser menor el precio de la mano de obra en China, se produciría una reducción del peso del trabajo en la producción.

Sin embargo, Autor et al. (2019) encuentran evidencia incompatible con esa hipótesis. Por un lado, no hayan sectores industriales con más exposición a shocks comerciales muestren una caída de la participación del trabajo en el producto superior a la que evidencian sectores industriales menos expuestos. Además destacan una significativa caída del peso del trabajo en el PIB en sectores no transables y por lo tanto no expuestos al comercio internacional, como comercio mayorista y minorista.

Utilizando microdatos de empresas de Estados Unidos para el período 1982-2012, Autor et al. (2019) encuentran que el declive en el peso del trabajo en el PIB puede ser explicado por el ascenso de las firmas más productivas de cada sector, las llamadas “superestrellas”. Estas superestrellas suelen ser menos intensivas en trabajo que el promedio de su sector económico, por lo que su mayor participación en el mercado influiría en una pérdida de peso del trabajo en el PIB.

A partir de este resultado, Autor et al. (2019) llegan a las siguientes predicciones:

- 1) Las ventas se van a concentrar cada vez más en pocas firmas, las superestrellas captarán una proporción creciente del mercado.
- 2) Los sectores en los que haya más concentración tendrán una mayor caída en la participación del trabajo.
- 3) La caída de la participación del trabajo en el PIB se dará como resultado de la reasignación de producción de empresas más intensivas en mano de obra hacia empresas más intensivas en capital.
- 4) Esa reasignación será mayor en los sectores con mayor concentración.
- 5) Las industrias que se están concentrando más tendrán un mayor aumento de la productividad.
- 6) Eso no solo pasará en Estados Unidos, sino que será un proceso extrapolable a todos los países industrializados.

Daron Acemoglu y Pascual Restrepo estudian, en una serie de trabajos teóricos y empíricos, la relación entre el avance de la inteligencia artificial en los procesos productivos y las tendencias referidas en la sección anterior con respecto al mercado de trabajo. En particular, en Acemoglu y Restrepo (2019a) vinculan el avance y la difusión de la inteligencia artificial con el cambio cualitativo en las tareas observado por Autor (2019). En ese trabajo, los autores señalan que el avance de la inteligencia artificial tiene básicamente dos grandes efectos sobre el mercado laboral; uno positivo y otro negativo desde el punto de vista de los trabajadores. El impacto neto de la inteligencia artificial sobre la situación del mercado de trabajo dependería, entonces, del balance entre esos dos efectos.

Por el lado negativo, la inteligencia artificial desplaza a los trabajadores, al permitir que las máquinas realicen tareas previamente ejecutadas por seres humanos. Pero, por otro lado, la mejora tecnológica permite una ganancia de eficiencia que puede generar un aumento de la demanda de trabajo por la generación de nuevas tareas.

El mencionado efecto negativo, llamado “efecto desplazamiento” (Acemoglu y Restrepo, 2019b), ha sido ampliamente documentado por la literatura reciente. De acuerdo con algunos estudios (Frey y Osborne, 2017 y Manyika et al., 2017), hasta 49% de los empleos podrían ser totalmente automatizados en los próximos años. Esto implica una destrucción de unos 1.100 millones de puestos de trabajo de manera directa. Cerca de la mitad de las ocupaciones dejarían de existir como consecuencia del avance de los robots y la inteligencia artificial (BID, 2017). La destrucción de empleos sería particularmente importante en las tareas administrativas y manufactureras, según una estimación del WEF (2016) a partir del estudio de varios países, incluyendo Estados Unidos, China, México, Brasil, Alemania, Italia, Japón y Australia, entre otros.

El efecto positivo de la inteligencia artificial aplicada al trabajo es, en realidad, el resultado de la interacción de dos efectos benévolos; el “efecto productividad” y el “efecto reasignación”. El primero tiene que ver con la mejora de la productividad de la economía, lo que tiende a aumentar la demanda de trabajo. El segundo tiene que ver con la creación de nuevas tareas que puedan ser desarrolladas por humanos, tanto por el crecimiento de la economía como por la ampliación de las tareas existentes producto de la aplicación de nuevas tecnologías.

Estas aseveraciones encuentran respaldo tanto teórico como empírico. Desde el punto de vista teórico, Acemoglu y Restrepo (2018a) construyen un modelo con el que muestran que si el progreso tecnológico es incorporado a la función de producción como un fenómeno que reemplaza tareas de los trabajadores (en lugar de aumentar la productividad de todos los factores) se pueden representar algunas características ya mencionadas de los mercados de trabajo. En particular, se observa una pérdida de participación de los salarios, a menos que la ganancia de productividad sea muy alta. Así, según se desprende de este modelo, el principal riesgo para los trabajadores no serían las tecnologías que afectan de manera muy significativa la productividad, sino aquellas que lo hacen “más o menos”; lo suficientemente buenas como para ser adoptadas, pero no tanto como para mejorar demasiado la productividad. En ese contexto, el efecto desplazamiento se impondría a los efectos eficiencia y reasignación.

Este resultado es consistente con la paradoja planteada en Van Ark (2016), consistente en el bajo crecimiento de la productividad pese al avance de las inversiones en tecnologías de la información. Si estas inversiones generan un desplazamiento de los trabajadores, pero las ganancias de productividad no son lo suficientemente elevadas como para generar demanda de empleo de otros sectores, el efecto neto sobre la demanda de mano de obra del avance de las tecnologías de la información sería negativo. La visión optimista de Van Ark (2016) es que este fenómeno sería un resultado de corto plazo, producto de que la “Nueva Economía Digital” aún está en una fase de instalación. En la medida en que se avance en ese camino y el potencial de las nuevas tecnologías comience a ser plenamente explotado, el crecimiento de la productividad debería acelerarse. Sin embargo, el momento en que esto ocurra, así como su impacto sobre la productividad, son hoy muy difíciles de estimar.

El mencionado modelo de Acemoglu y Restrepo (2018a) fue utilizado en Acemoglu y Restrepo (2019b) para analizar la evolución de los salarios y la demanda de trabajo en los Estados Unidos entre 1987 y 2017. Dichos autores encuentran que la desaceleración de los salarios observada en ese país y en ese período puede ser explicada por un menor crecimiento de la productividad y por el desplazamiento de los trabajadores de ciertas tareas por el proceso de automatización. Esto es un efecto desplazamiento combinado con una debilitación del efecto eficiencia.

Por un lado, el avance tecnológico podría hacer más fácil la sustitución de tareas humanas y más difícil la creación de tareas nuevas. Algunas tecnologías nuevas pueden ser buenas para hacer con menos mano de obra tareas ya existentes, pero no necesariamente para crear nuevas demandas laborales. Por otro lado,

los incentivos macrofiscales podrían estimular este tipo de trayectoria. Por ejemplo, muchos países combinan subsidios al capital con impuestos al trabajo, lo que podría generar un excesivo incentivo a la automatización de la producción. Esto también podría contribuir a la desaceleración de la productividad, porque se crean menos tareas nuevas y se ingresa en el terreno de la automatización de tareas en las que los humanos son buenos y en las que las nuevas tecnologías, al menos por el momento, no lo son tanto.

En una línea similar, Acemoglu y Restrepo (2017b) evaluaron de manera empírica la correlación del empleo y el salario con el nivel de penetración de los robots. La unidad de análisis del texto combina industrias con diferentes zonas geográficas de Estados Unidos para el período 1990-2007. Los autores encuentran que existe una relación negativa entre la penetración de robots y los salarios y empleo de una determinada región e industria. Más aún, la evidencia es robusta a distintos controles basados en especificidades regionales y del contexto macroeconómico y sectorial, como el nivel de importaciones desde China y México o el nivel de internacionalización de las cadenas de producción.

También encuentran que los resultados no están correlacionados con las tendencias del empleo en las dos décadas previas, lo que implicaría que en el período observado se produjo un cambio de tendencia en las dos variables de interés. Este cambio de tendencia es interpretado por los autores como uno de los efectos del avance de robotización de la producción.

Un hallazgo interesante de Acemoglu y Restrepo (2017b) es que el efecto de la robotización en el empleo no se encuentra explicado únicamente por el efecto de la mecanización en la industria manufacturera. Por ejemplo, también encuentran un efecto negativo de la penetración de los robots en el empleo en sectores como construcción, servicios, comercio minorista y de administración.

En el caso de la industria manufacturera, la exposición a la robotización afecta de manera significativa negativa al nivel de empleo, tanto en industrias más intensivas en mano de obra como en aquellas con un nivel de robotización bajo. Aunque la industria manufacturera es la más afectada por la exposición a los robots en materia de empleo, los resultados también son negativos y robustos para la construcción, servicios y comercio minorista, servicios administrativos y comercio mayorista. Ningún sector muestra evidencia clara de que el empleo se vea favorecido por la exposición a la robotización de las tareas.

Se observa que, aunque en distinta magnitud, el impacto negativo de la robotización sobre el empleo es generalizado para todos los tipos de trabajo. Éste es particularmente fuerte para los trabajos manuales rutinarios, los trabajos de cuello azul, los de ensamblaje y los de mecánica y transporte. Pero también se encuentran efectos negativos significativos entre los trabajos rurales, administrativos y hasta entre los profesionales. Estos resultados indican que, aunque heterogéneos, los efectos negativos de la robotización sobre el empleo fueron generalizados, al menos en la muestra bajo estudio.

Pfeiffer (2016) expone un análisis relacionado con habilidades que se desarrollan en tareas que la teoría tradicional presenta como rutinarias y sujetas a

automatización. El estudio, desde una perspectiva de la sociología del trabajo, se realiza a través de sesenta y dos entrevistas de carácter cualitativo en cinco plantas de montaje de la industria manufacturera alemana. Se plantea que ciertas tareas aparentemente reiterativas y rutinarias exigen capacidades particulares. Estas capacidades se establecen en el marco de los contextos de trabajo que pueden ser imprevisibles, esas habilidades se observan en la experiencia del trabajo humano o lo que denominan ``habilidades tácitas`` desarrolladas por haber llevado a cabo esa tarea o trabajo en particular. Destacan que algunos de los operadores de las líneas de montaje desarrollan habilidades relacionadas con aspectos sensoriales tipo holísticos (uso simultáneo de varios sentidos), capacidades de tipo exploratorio, así como otras basadas en la experiencia, es decir, el desarrollo de capacidades tácitas. En este tipo de trabajo, la experiencia es un factor determinante no sólo en relación con aspectos técnicos, sino donde el ambiente laboral es también la fuente de experiencia determinante que derivan en un mejor procedimiento al momento de cumplir con la tarea específica. La autora concluye que esos factores plantean los límites en la división del trabajo entre humanos y automatización. Ese límite se presenta luego de un tiempo de aplicación de la robótica y se materializa al tener que enfrentar imponderables en el trabajo humano diario, ante el proceso de adaptación y la variabilidad ilimitada de la conducta laboral. En efecto, todas estas dimensiones humanas del trabajo no podrían ser reemplazadas por máquinas.

A partir del análisis de Pfeiffer (2016), Hualde (2019) destaca que el proceso de modificaciones derivado de la automatización y sus efectos en el nivel de empleo y salarios es particular de acuerdo a la escala laboral que se analice. En ese sentido, observa que para el caso de Alemania que, aunque la robotización no afectó el nivel general de empleo o de desempleo, se han registrado consecuencias negativas para el empleo de la industria manufacturera. Algunos autores estiman que el efecto marginal de un robot adicional se traduce en el reemplazo, en promedio, de dos empleos manufactureros. Hualde (2019) señala que, si bien hay cierto proceso complementario entre automatización y nuevas tareas laborales, en el periodo 1994-2014 fueron reemplazados 275.000 empleados de tiempo completo por robots en el sector manufacturero alemán.

Hualde (2019) destaca, por otra parte, que para el caso alemán, en las actividades productivas donde irrumpió la robotización, la probabilidad de que los trabajadores mantengan su empleo es relativamente alta, con independencia de que pueden modificar sus tareas de producción. Por otro lado, hay evidencia respecto a la introducción de robots y mejoras salariales para la mano de obra de mayor calificación y que están relacionadas con actividades científico-técnicas y de dirección y gestión empresarial³.

Acemoglu y Restrepo (2017b) también encuentran un impacto negativo de la exposición a la robotización sobre los salarios. Si bien los efectos son mayores en los percentiles más bajos de la distribución, los efectos también se observan

³ Una evidencia a señalar es que durante la década de '80 se observaron avances vinculados con la robótica en los EE.UU. los cuales han permitido el proceso de automatización de una amplia diversidad de tareas de producción como el mecanizado, soldadura, pintura y montaje, que previamente se realizaban en forma netamente manual (Ayres y Miller, 1983 y Groover et al., 1986).

en los percentiles que concentran los mayores salarios. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Autor (2019) quien destaca el aumento de la desigualdad salarial en los Estados Unidos. El hecho de que la exposición a la robotización ralentice más el empleo con bajo nivel de especialización, con menores salarios en promedio, podría ser una explicación a la luz de la evidencia presentada por Acemoglu y Restrepo (2017b).

Por último, al desagregar en diferentes estudios los resultados por nivel educativo, tanto para empleo como para salarios se destacan resultados llamativos puesto que en lo que hace al empleo, el mayor impacto de la exposición a la robotización no se siente entre los trabajadores menos calificados, sino entre aquellos con un nivel de calificación medio y medio-alto; educación secundaria, universitario incompleto y universitario completo. El efecto, además, es en general más marcado entre los hombres. En el caso de aquellos con nivel educativo superior a universitario, el efecto no es significativo, lo que indicaría que la complementariedad entre la robotización y los trabajadores altamente calificados no siempre se verifica en la práctica.

También se observa un efecto negativo de la exposición a la robotización sobre el crecimiento salarial para los grupos con menor nivel educativo (hasta universitario incompleto incluido). En los casos de universitario completo y más que universitario el efecto de la exposición a la robotización sobre los salarios no es significativo, lo que implica que tampoco es positivo.

Otra evidencia de Molina et al. (2018), en especial para Argentina, consiste en que observan una mayor dinámica en la creación de empleo en los sectores de actividad con trabajadores de mayores niveles de calificación y capacidad técnica. Adicionalmente, destacan la mayor importancia relativa de las tareas laborales de menor calificación, como las operativas, en estructura del mercado de trabajo.

Ochoa-Adame y Torres-García (2019) estudian la denominada Hipótesis de Cambio Tecnológico Sesgado (HCTS), la cual intenta analizar si el progreso técnico contribuye al incremento del uso del trabajo o del capital, es decir, pretenden identificar si existe un sesgo en los efectos de la tecnología hacia algún factor de producción en particular. Los autores proponen que, a los efectos de explicar las diferencias de la HCTS entre países desarrollados y los de América Latina, se deben analizar datos derivados de: I) características sociodemográficas de la población, II) características laborales de los individuos, y III) dotación de habilidades tecnológicas.

Según Ochoa-Adame y Torres-García (2019) los estudios evidencian la existencia de diferencias en términos de salarios en América Latina, donde en los sectores de actividad que implementan el uso de nuevas tecnologías registran aumentos salariales en relación a los que aún no han iniciado el proceso de automatización. Por otro lado, se observa una menor desigualdad salarial así como una mayor demanda de mano de obra no calificada, lo cual se explica con el cambio tecnológico y el tipo de procesos productivos desarrollados como en el caso del sector servicios.

Por su parte Leduc y Liu (2020) muestran que la amenaza de la automatización es una explicación plausible del bajo crecimiento del salario real observado en los Estados Unidos especialmente a partir de los años '80. De hecho, la posibilidad de que las firmas automaticen ciertas tareas permite explicar varias características del mercado de trabajo, caracterizado por el bajo crecimiento de los salarios. El canal de transmisión sería el menor poder de negociación de los trabajadores, que ante la amenaza de ver automatizadas sus tareas deben pedir un salario inferior al que solicitarían en otras condiciones.

En segundo término, el modelo de Leduc y Liu (2020) muestra que la automatización amplifica las fluctuaciones del empleo con respecto a la del ciclo económico, ya que la automatización sustituye a trabajadores, pero también genera los incentivos para generar nuevos empleos, al reducir su costo y aumentar su valor presente. En tercer lugar encuentran que la automatización aumenta la productividad. Esto, combinado con el menor crecimiento de los salarios por la amenaza de la automatización, contribuye a explicar el menor peso del trabajo en el producto.

La evidencia empírica es consistente con estas reflexiones. Por ejemplo, Arnoud (2018) utiliza información de Estados Unidos y un índice de automatización desarrollado en Frey y Osborne (2017) para analizar la relación entre la amenaza de automatización y el crecimiento salarial. Encuentran en ese trabajo evidencia de que las variables están inversamente correlacionadas. Graetz y Michaels (2018) utilizan un panel de adopción de robots para 17 industrias entre 1993 y 2007 y encuentran que la adopción de robots industriales aumenta tanto la productividad como los salarios, pero que el efecto sobre los salarios es menor que sobre la productividad. También encuentran que la robotización no reduce el empleo total, pero sí reduce la proporción de trabajos no calificados.

La evidencia empírica sugiere que los robots están sustituyendo a los trabajadores vinculados con la producción principalmente a los de mediana edad. Acemoglu y Restrepo (2018c) obtienen efectos negativos para el empleo y los salarios, concentrados en los trabajadores entre las edades de 35 y 54 años, y menor efecto negativo en los mayores de 55 años.

Lladós-Masllorens (2018) argumenta que se espera que la tecnología mejore las perspectivas de empleo de los trabajadores que realizan tareas no rutinarias que demandan habilidades cognitivas. Eso no sólo por ser menos repetitivas y reproducibles a través de algoritmos, sino porque el apoyo complementario de las tecnologías digitales las transforma en más productivas. Por otro lado, el escenario no es favorable para las tareas repetitivas sujetas a potenciales reemplazos en el proceso de automatización. Para los empleos conformados por un conjunto de tareas manuales no rutinarias y no fácilmente automatizables, el riesgo sería menor. Mientras que en todos los casos, la evidencia empírica argumenta que la modificación en la estructura de tareas que se realiza en cada puesto de trabajo es una señal de la adaptación al cambio tecnológico.

De acuerdo con Lladós-Masllorens (2018) el cambio tecnológico genera mecanismos que compensarían la destrucción del empleo. Esto se argumenta mediante el análisis regional realizado por Gregory et al. (2016) para la Unión

Europea en el período 1999-2010. Se demuestra cómo el cambio tecnológico que sustituye tareas rutinarias tiene un impacto positivo sobre la demanda de trabajo. En ese sentido, los distintos efectos en el empleo inducido por las mejoras de eficiencia y producción compensan ampliamente la pérdida del empleo sustituido por la automatización.

Arntz et al. (2017) estiman un modelo para indicar el potencial de automatización de tareas reales de trabajadores y no las que indican el puesto formal. Utilizan las predicciones de este modelo como un indicador de la verdadera capacidad de automatización. En efecto, un trabajador puede tener una ocupación cuya descripción de la tarea puede ser destinada al proceso de automatización, pero si las tareas realmente realizadas en esa ocupación implican actividades menos rutinarias, la automatización prevista será menor. Por lo tanto, los autores encuentran que la amenaza para el trabajo es mucho menor que la estimada por otros estudios.

En el campo experimental, Cabrales et al. (2018) plantean que, en principio, no existe evidencia sobre los efectos ex ante en la productividad ante la posibilidad de sustitución de trabajadores por máquinas. Mediante un estudio realizado en Finlandia, con una muestra de individuos seleccionados por formación y por habilidades, se obtuvieron conclusiones interesantes sobre el proceso de automatización y su percepción. Citando a los autores, las principales hipótesis y conclusiones de este estudio son:

- “La amenaza de ser sustituido por un robot no modifica la productividad de los trabajadores: los trabajadores no modifican su producción como consecuencia de un eventual riesgo o no de ser sustituidos por máquinas a pesar de que la incorporación de robots en el proceso productivo aumenta la productividad de la empresa”.
- “Ante una eventual remuneración al trabajador por ser sustituido por maquinaria o un impuesto al empleador, no se desincentivaría la productividad del trabajador: por un lado, la existencia de una renta básica al trabajador como un salario no reduciría su eficiencia. Por otro, el trabajador, conociendo el impuesto a pagar que grava al empresario como resultado de su eventual reemplazo por máquinas, no reduce su productividad por sentirse menos vulnerable”.
- “El impuesto a la sustitución de un trabajador reduce la probabilidad de reemplazo: los empresarios solo emplearán un robot/maquinaria inteligente cuando el incremento de la productividad respecto al trabajador sea tal para compensar el costo impositivo”.
- “El trabajador no genera incrementos de su productividad cuando no ha sido reemplazado por un robot más eficiente: si bien se podría esperar un esfuerzo adicional del trabajador como respuesta por haber conservado su puesto cuando podría haber sido sustituido, no se observa un esfuerzo adicional”.

Se suma a estas perspectivas la evidencia de investigaciones en Estados Unidos, como la del McKinsey Global Institute (2019), las cuales han encontrado que menos del 5% de las ocupaciones pueden automatizarse en su totalidad. Sin embargo, dentro del 60% de los trabajos, al menos el 30% de las actividades podrían automatizarse mediante la adaptación de las tecnologías actualmente demostradas.

En una línea similar, Dinlersof y Wolf (2018) presentan evidencia empírica que vincula el surgimiento de las superestrellas con la automatización del proceso productivo. Utilizando información de un censo sobre tecnología industrial de 1991 realizado en Estados Unidos, encuentran que la participación del trabajo en la producción es una función decreciente del nivel de automatización. También destacan que las plantas más automatizadas tienden a tener una porción menor de sus trabajadores abocados al proceso productivo, y que les pagan salarios más elevados a los que lo están. La evidencia indica también que las plantas con mayor inversión en automatización tienden a experimentar en los 5-10 años posteriores una mayor caída de la participación del trabajo en el producto.

De manera conjunta, los resultados de Dinlersof y Wolf (2018) también brindan una explicación del surgimiento y crecimiento de las firmas catalogadas como “superestrellas”, en la línea de los argumentos de Autor (2019). La caída de la participación del trabajo en el producto sería el resultado de la adopción de tecnologías que permiten ahorrar mano de obra por parte de empresas más nuevas, más grandes y más productivas. Así, aunque a nivel firma no se viera de manera generalizada una caída de la participación del trabajo en el proceso productivo, sí se verificaría ese fenómeno a nivel agregado, por la creciente concentración de la producción en las superestrellas de cada sector económico.

Aunque este último punto es más intuitivo en el caso de la industria manufacturera, también aplica a sectores como el comercio mayorista y minorista o tareas administrativas. Allí, la automatización de ciertas tareas del proceso productivo permite a las empresas grandes obtener ventajas crecientes de las economías de escala. Además, en el caso de los servicios, las nuevas tecnologías, mejoras en tecnología de la información, digitalización de contenido, entornos de realidad virtual, permiten superar en buena medida las barreras impuestas por la necesidad de prestar de manera presencial esos servicios. Así, las empresas más productivas y competitivas, de la mano de nuevas tecnologías, pueden acceder a un mercado global y desplazar a empresas menos competitivas.

Autor et al. (2019) coinciden en el punto de que los avances de la tecnología de la información y el capital intangible (acumulación de capital humano por parte de los trabajadores) facilitan la consolidación de las superestrellas y agrega además un determinante adicional. Las nuevas tecnologías generarían consumidores más sensibles al precio ajustado por calidad, por la mayor competencia por la globalización y por la mayor facilidad para comparar precios y productos gracias a las nuevas tecnologías. En este contexto, la ventaja competitiva de las superestrellas se ve amplificadas, facilitando la captura de una mayor cuota de mercado.

En la misma línea que vincula los cambios en el mercado de trabajo con las modificaciones en las tareas generadas por el avance tecnológico, Autor y Salomons (2018) identifican tres tipos de trabajos que vienen emergiendo en Estados Unidos. El primer tipo es aquel vinculado a la instalación y funcionamiento de nuevas tecnologías (“trabajo de frontera”). Este tipo de trabajos cuenta con un salario alto y con una elevada concentración de trabajadores con un elevado nivel educativo. El segundo tipo de trabajo en crecimiento (“trabajos de riqueza”) es aquel consistente en la prestación de servicios a trabajadores de elevados ingresos, como instructores de yoga o cuidado de mascotas. Este grupo de trabajos tiene en general un salario cercano al promedio del mercado de trabajo, y cuenta con una elevada participación de mujeres. El tercer tipo de trabajo (“trabajos de última milla”) en crecimiento consiste en tareas semiautomáticas pero que aún requieren cierto componente humano, como la atención en call-centers. Tanto los salarios como el nivel educativo promedio en este tipo de trabajos están por debajo de la media del mercado laboral.

Estos resultados van en la línea de lo postulado por Autor (2015), quien analiza por qué el avance de la automatización no ha eliminado el trabajo. Al respecto, Autor señala que debe tomarse en cuenta que, aunque parte de las tareas son reemplazadas por la automatización, aquellas que no pueden ser sustituidas por la automatización son en muchas ocasiones complementadas por ésta.

En términos generales, Autor (2015) discute dos cuestiones, la relación entre el progreso tecnológico y el empleo (en particular, la polarización laboral), y su impacto sobre el salario (también con énfasis en su polarización). Con respecto a la primera cuestión, se identifican dos períodos distintos en la evolución del mercado de trabajo de Estados Unidos. Entre 1940 y 1980, el perfil del empleo fue pasando desde tareas peligrosas, demandantes físicamente y muy repetitivas hacia posiciones de cuello azul y de cuello blanco. Durante ese período, la automatización destruyó una gran cantidad de puestos de trabajo, especialmente en la agricultura y la industria, pero las ganancias de productividad agregada generaron una gran demanda de otros tipos de posiciones.

A partir de finales de la década de ´70 la dinámica del mercado de trabajo estadounidense se modificó. Aunque los trabajos de más alta calificación siguieron creciendo a un ritmo elevado, la creciente sofisticación del empleo para las otras categorías comenzó a revertirse, de la mano de la reducción de las posiciones administrativas, de ventas y de cuello azul especializadas.

Autor (2015) señala distintas cuestiones que pueden haber influido en este cambio de dinámica: cambios en la oferta relativa de trabajos con y sin educación universitaria, creciente penetración del comercio internacional e internacionalización de las cadenas productivas, debilitamiento de los sindicatos, pérdida de incidencia del salario mínimo o modificaciones en la política tributaria. Sin embargo, el foco del trabajo está puesto en el cambio tecnológico, especialmente en las tecnologías de la información.

La permanente disminución de los costos de la tecnología de la información genera incentivos para que las empresas sustituyan trabajo costoso. Eso tiene como consecuencia en primer lugar la pérdida de los empleos sustituidos. Este efecto de primer orden es el que se observa en la caída de ciertos tipos de empleo, como los administrativos y productivos.

Según Autor (2015), esa capacidad de sustituir trabajo por tecnologías de la información está acotada por la gran cantidad de tareas que los humanos ejecutan de manera sencilla, pero que no pueden traducir en una serie de reglas lógicas que una computadora pueda llevar a cabo. En Autor, Levy y Murnane (2003) se distinguen dos tipos de tareas que han mostrado resistencia a la automatización. Por un lado, las de tipo abstracto, que son aquellas que requieren capacidad de resolución de problemas, intuición y creatividad. En general, las personas que realizan esas tareas tienen un nivel educativo alto y reciben un salario elevado.

El segundo tipo de tareas que hasta el momento ha sido difícil de automatizar es la que se denomina manual, aquellas que requieren capacidad de adaptación a la situación, reconocimiento visual, comunicación e interacción personal. Ejemplos de este tipo de tareas son la preparación de comidas, los cuidados de salud o los servicios personales. Estas posiciones suelen ser ocupadas por personas con bajos niveles educativos a cambio de salarios que también suelen ser bajos.

Dado que la automatización se da a costa de trabajos con niveles educativos y salariales medios, las hipótesis de Autor (2015) y de Autor, Levy y Murnane (2003) son consistentes con la creciente polarización de los puestos de trabajo reseñada por Autor (2019) y presentada en la segunda sección de este documento. Sería así el perfil de la automatización del trabajo, más que la propia automatización, la fuerza que está detrás de esa creciente desigualdad.

Aunque la automatización lleva a la polarización del empleo, no es claro que eso lleve también a la polarización del salario. Hay según Autor (2015), tres fuerzas que pueden mitigar o amplificar la polarización salarial. La primera es la complementariedad del trabajo con la computarización. Si un determinado trabajo es complementario con las tecnologías de la información, su productividad debería aumentar, con lo que también tendería a aumentar su remuneración. Por el contrario, si un trabajo es sustituto de las computadoras, su remuneración tendería a bajar en la medida en que los costos de la tecnología lo hagan. Esta fuerza, por lo tanto, tendería a aumentar la polarización de los salarios, puesto que en general los empleos mejor remunerados suelen ser complementarios de las tecnologías, mientras que lo opuesto pasa con las tareas con niveles de educación y remuneración media, como las administrativas.

En segundo lugar, se debe tener en cuenta la elasticidad de la demanda del producto o servicio en cuestión. Si ésta es inelástica, la reducción de costos sólo llevará a que los consumidores reduzcan la proporción de sus ingresos destinados a ese bien. Eso atenuará la posibilidad de que los trabajadores con tareas complementarias con las nuevas tecnologías puedan beneficiarse salarialmente de ellas.

En tercer lugar, se debe considerar la elasticidad de la oferta de trabajo. En el caso de la automatización, se observa que mientras la oferta de trabajo para las tareas abstractas es relativamente baja (producir profesionales con formación universitaria lleva tiempo), la elasticidad de la oferta de trabajo para las tareas manuales de baja calificación es elevada. Esto contribuye a disminuir aún más los salarios bajos vinculados con escasa calificación de la mano de obra y, por otro lado, a que los trabajadores de tareas abstractas puedan beneficiarse de su complementariedad con las nuevas tecnologías a través de un mayor nivel de salarios, profundizándose así la polarización salarial.

Tanto desde la teoría como desde la evidencia empírica, entonces, hay elementos que permiten vincular de manera clara el proceso de cambio tecnológico de las últimas décadas con la pérdida de participación del trabajo en el PIB y con la polarización salarial. La automatización, la incorporación de tecnologías de la información, el surgimiento y consolidación de las superestrellas y la digitalización pueden contribuir, en mayor o menor medida, a esos dos fenómenos. Con un mundo inmerso en la Cuarta Revolución Industrial es esperable que esos cambios tecnológicos se sostengan y hasta aceleren en el tiempo, lo que puede profundizar los efectos no deseados sobre el mercado de trabajo, así como las oportunidades. En la siguiente sección se presentan algunas recomendaciones de política pública surgidas de la literatura revisada para hacer frente a los desafíos y a las oportunidades que la Cuarta Revolución Industrial plantea en relación al mercado de trabajo.

4. Rol de las políticas públicas

La revisión de literatura realizada en las secciones previas deja constancia de una serie de desafíos en lo referente al mercado de trabajo ante el avance de la Cuarta Revolución Industrial. Si bien hay abundante evidencia de que el proceso de cambio tecnológico tiene un fuerte impacto positivo sobre la productividad de los factores, su efecto sobre la demanda de trabajo y los salarios presenta claroscuros.

De acuerdo con Apella y Zunino (2017), los beneficios económicos derivados del avance tecnológico pueden ser sustanciales. Se presenta una oportunidad de generación de puestos de trabajo, incremento de ingresos y renta que pueden ser un canal real de desarrollo para los pequeños y medianos productores a partir del mayor acceso a la información y de los mecanismos de comunicación, lo cual puede generarse en sectores que se presentan como potenciales usuarios de nuevas tecnologías. Los autores citan el ejemplo de la creación de plataformas comerciales desarrolladas en internet donde las partes se reúnen asumiendo costos de transacción marginales. Adicionalmente, argumentan que otro beneficio derivado del cambio tecnológico estaría asociado con la baja potencial de los precios de los productos como consecuencia de la ganancia de eficiencia y la ampliación de la mayor disponibilidad de bienes y servicios. Este fenómeno

fue estudiado para el caso de Argentina y Uruguay, aunque el argumento tiene una perspectiva más general.

Por el lado de las oportunidades, las nuevas tecnologías generan una mayor demanda de trabajo para ciertas actividades, y la mejora de los ingresos de ciertos tipos de trabajadores. En el caso de la demanda de trabajo, las nuevas tecnologías propician la creación o crecimiento de la demanda de personas para la realización de determinadas tareas por una vía directa y por una indirecta. La vía directa es la de aquellas tareas previamente inexistentes creadas gracias a la expansión de las posibilidades técnicas y la de aquellas complementarias con las nuevas tecnologías, como desarrolladores de software o analistas de *big data*. El otro tipo de tareas con demanda creciente producto de las nuevas tecnologías tiene que ver con “servicios de bienestar”, esto es, demanda vinculada al crecimiento de los ingresos de determinados segmentos de la población.

Por el lado de los ingresos la ventana de ganancia es más acotada. Los trabajadores beneficiados por el aumento directo de la demanda -esto es, nuevas tareas o tareas complementarias con la nueva tecnología- tienden a percibir un ingreso alto y creciente producto de su mayor productividad gracias a su complementariedad con el progreso tecnológico. Sin embargo, no es el caso de los servicios de bienestar, básicamente por ser tipo de tareas con una elasticidad oferta del trabajo elevada, al requerir niveles de calificación por lo general bajos.

En cuanto a las amenazas, cabe destacar la creciente polarización del mercado de trabajo a expensas de los trabajos de habilidad y remuneración media, y la pérdida de participación del empleo en el producto. En el primer caso, eso es una consecuencia directa de la automatización de trabajos como los de cuello azul especializados o administrativos. En lo que respecta a la polarización salarial, es un resultado de la concentración del empleo en los trabajos altamente especializados y los de baja especialización.

González Cao (2019) observa que si en el futuro el origen del crecimiento de la productividad se sitúa en la automatización, es posible observar una pérdida en la posición relativa del trabajo y en el contenido de sus tareas de producción. No obstante, el resultado depende de las capacidades de innovación, de otros factores como habilidades, cambios demográficos, instituciones del mercado laboral, presión fiscal, entre otros.

Ante este panorama, tanto los individuos como los estados pueden tomar acciones concretas para aumentar la probabilidad de beneficiarse de los cambios generados por la Cuarta Revolución Industrial. Desde el punto de vista de los individuos, será clave que se invierta en la educación, particularmente en aquellas habilidades que se complementen con las nuevas tecnologías. Como señalan la mayor parte de los estudios, el avance de las nuevas tecnologías irá volviendo obsoleta una proporción elevada de las ocupaciones actuales. La rápida evolución de la inteligencia artificial, además, pone cada vez más tareas y profesiones en riesgo de automatización.

Ante este avance de la tecnología sobre las tareas actualmente desempeñadas por los seres humanos, un trabajador tiene básicamente dos opciones. Una de las opciones es concentrarse en las actividades que aún no puedan ser realizadas por máquinas. La segunda opción es transformarse en un productor de tecnología. Ambas opciones plantean para los trabajadores exigencias similares.

Aunque hay un debate abierto sobre el verdadero alcance de la inteligencia artificial, ésta por el momento no puede sustituir a los seres humanos en aspectos como la creatividad, la capacidad de generar empatía y las habilidades comunicacionales. Esas habilidades humanas cobran mayor valor al ser potenciadas por un uso apropiado de las nuevas tecnologías. Por tanto, los seres humanos, enfrentados a los desafíos que plantea la Cuarta Revolución Industrial, deben buscar la manera de desarrollar esas habilidades que aún no son reemplazables por la inteligencia artificial.

Por otro lado, diversos autores recomiendan fuertemente la inversión en adquisición de las habilidades necesarias para entender y emplear correctamente las nuevas tecnologías. Estas “competencias digitales” incluyen entre otras cosas saber programar, manejar software de *big data* y explotar comercialmente las redes sociales (Banco Mundial 2016).

Otro aspecto importante que los individuos deben tomar en cuenta a la hora de prepararse para el mundo laboral que las nuevas tecnologías están moldeando es la necesidad de que la educación sea continua. Las características del proceso de cambio tecnológico descritas anteriormente hacen que las tecnologías sean pasajeras y que éstas sean rápidamente superadas, por lo que las personas deben estar continuamente capacitándose para que sus conocimientos y habilidades no caigan en la obsolescencia.

La educación, además de generar externalidades positivas para el resto de la sociedad, es costosa y puede ser difícil de costear, incluso en países con mercados financieros desarrollados. Por lo tanto, hay espacio para que los estados actúen como facilitadores de la capacitación de los trabajadores y futuros trabajadores, brindando las herramientas necesarias para que las personas puedan realizar inversiones educativas con elevados retornos privados y sociales.

La oferta laboral en las nuevas industrias es muy inferior para la mano de obra poco calificada, excepto en actividades donde se pueda desarrollar una política de capacitación activa. La movilidad laboral no significa esencialmente despidos, sino también creación de nuevos puestos de trabajo. Esa movilidad se puede lograr a través de políticas de capacitación y empleos estables. La estabilidad en el empleo se observa como una condición previa para la obtención de un mayor nivel de productividad (Salama, 2018).

Esto, cabe decir, no necesariamente implica una mayor erogación en educación. En primer lugar, lo que se necesita fundamentalmente es un cambio cualitativo en la educación, más que uno cuantitativo. Más allá de las necesarias inversiones iniciales, esto no significa que un sistema educativo más moderno

vaya a ser más costoso que el actual. Adicionalmente, las nuevas tecnologías permiten masificar la educación a un costo marginal nulo. Por ejemplo, los MOOCs (Cursos en Línea Abiertos Masivos, por sus siglas en inglés) son una excelente herramienta para universalizar el acceso a educación de calidad.

Según Vallecillo Gámez (2019) no hay evidencia que argumente que la capacidad de creación de empleo sea suficiente para la oferta de mano de obra generada con la sustitución de empleo por automatización. A este contexto se agregan las condiciones de deterioro que plantean las proyecciones para el año 2030 donde sobresale el crecimiento del desempleo mundial, el incremento de la población urbana y la lenta creación de empleo. Por lo tanto, se hace necesario un debate en torno a la necesidad de adaptación del marco jurídico vigente en materia de políticas públicas activas de empleo frente al desafío de las nuevas tecnologías y, en particular, de la robótica. En este sentido, se deben analizar los objetivos de este marco jurídico y de los ámbitos de la política de empleo que más se afectarán. Estos deben ser adaptados para este nuevo marco tecnológico que insta a que ese esquema jurídico considere el riesgo de exclusión de mano de obra representado por la robótica en ciertos sectores de actividad, especialmente aquellos que por franja etaria o de cualificación, no pueden ser clasificados como “nativos digitales”. Desde esta perspectiva se genera la necesidad de un marco normativo público que asuma un papel de regulación y promoción del empleo de ese segmento de trabajadores más sensibles a recibir el impacto negativo en su situación laboral.

En este sentido Vallecillo Gámez (2019) plantea que el rol de las políticas públicas debe ser activo frente al proceso de automatización del mercado de trabajo. Se argumenta que el marco regulatorio de la política de empleo no solo debe identificar a los grupos con dificultades de integración al nuevo marco tecnológico, sino que será necesario una gestión de política inclusiva sobre esa franja de trabajadores, pues las nuevas tecnologías presentan una dinámica de disrupción sistémica y global.

La gestión de la política de empleo debe tener en cuenta los aspectos diferenciales de los sectores relacionados con la automatización dadas las características de masividad global de la revolución 4.0. El marco regulatorio del mercado de trabajo deberá asumir esta nueva realidad en tanto que toda la estructura productiva y empresaria también estarán expuestas a los efectos innovadores de las tecnologías disruptivas y sus impactos derivados. Este desafío se da con independencia del tamaño, es decir, desde empresas pymes hasta multinacionales (Vallecillo Gámez, 2019).

De acuerdo con Standing (2017) una de las políticas más innovadoras y socialmente favorables que surgen del denominado Estado de Bienestar es la del Ingreso Básico Universal (IBU) por medio del cual se pretende promover un ingreso estable a los ciudadanos. Sin embargo, el IBU presenta tensiones desde su financiamiento, su condicionamiento o no y su sustentabilidad. Dado su carácter de universal, cualquier ciudadano podría acceder a este derecho, con independencia de su nivel socioeconómico.

Standing (2017) argumenta que el desafío se sitúa en la protección de desempleados potenciales a causa de la robotización. Esto determinaría quiénes tendrían derecho a recibir compensaciones por desempleo de las empresas o del gobierno. El objetivo sería garantizar un ingreso ciudadano que compense la sustitución de la mano de obra como consecuencia del proceso de automatización.

Arellano Espinar et al. (2019) argumentan que mediante el objetivo de captar las oportunidades de la digitalización (incluyendo al proceso de automatización) serían posibles dos tipos de política pública que podrían gestionarse en un proceso común y con una doble visión, una de corto y otra de largo plazo. Respecto al corto plazo, es posible utilizar la digitalización para profundizar el análisis y seguimiento de las dinámicas del mercado laboral en un marco de gestión hacia la capacitación y perfeccionamiento de la mano de obra, es decir, un proceso de mejora cualitativa del trabajo. En consecuencia, se generaría el espacio para un desarrollo profesional estable a lo largo de la vida laboral del individuo basado en actitudes y aptitudes personales. En relación a la política de largo plazo, sería posible establecer una gestión centrada en grupos sociales vulnerables frente al desafío de la transición tecnológica. Asimismo, es deseable evitar que la transformación tecnológica sea vista como un juego de suma cero y, a su vez, promulgar una perspectiva inclusiva en el proceso de automatización del mercado de trabajo. En suma, es determinante que la política pública genere las condiciones para que el proceso se observe como una oportunidad de mejora del bienestar de todos los integrantes de la sociedad.

Como destacan Acemoglu y Restrepo (2019a), en el caso del progreso de la inteligencia artificial y su avance por sobre el trabajo humano también hay margen de acción para los estados. Muchos países cuentan actualmente con un sistema tributario que desincentiva el empleo e incentiva la incorporación de capital, con impuestos sobre el primero y algún tipo de subsidio sobre el segundo. En ese contexto, es razonable que la investigación y desarrollo esté más orientada hacia el impulso de tecnologías sustitutivas de mano de obra. El estado puede revertir esa tendencia involucrándose directamente en la definición de las líneas de investigación -de manera directa e indirecta, por ejemplo a través del direccionamiento del financiamiento-, y de manera indirecta modificando los incentivos fiscales. Esto permitiría propiciar el desarrollo de tecnologías que generen tareas en las que el trabajo tenga ventaja comparativa.

Por el lado de las empresas, Nahirñak y O'Connor (2020) plantean que una alternativa es generar el espacio para nuevas formas de gestión empresarial. Desde esta perspectiva, la creación de nuevos puestos de trabajo en servicios que dignifiquen a la persona (asistencia social, recreación para otros grupos de población, atención y servicios personas, etc.) se plantea como una opción relevante. No necesariamente bajo el marco tradicional de trabajo remunerado, sino también como "empresas de servicios sociales" donde el financiamiento público sea un canal de desarrollo potencial.

Otra de los instrumentos que proponen Nahirñak y O'Connor (2020) como una gestión de política ante el proceso de automatización es promulgar las denominadas "empresas B", una forma de gestión empresarial que considera los desafíos sociales y ambientales, con el objetivo de brindar respuestas sobre los mismos. Ese tipo de gestión corporativa se establece en altos estándares sociales, ambientales y de transparencia. Los autores señalan que se considera no sólo los intereses económicos de sus socios y accionistas, sino además los de sus trabajadores, proveedores, clientes y el cuidado del medio ambiente. Concluyen que las nuevas formas de empresas sociales que actualmente se traducen en una experiencia acotada en algunos países, sectores productivos y regiones, pueden ser una alternativa sobre la gestión de política y un aporte técnico que agregue soluciones al futuro del empleo. Más aun en un escenario mundial donde la revolución tecnológica promete cambiar la forma de organización empresarial y sustituir o modificar puestos de trabajo a partir de la automatización.

Por otro lado, la automatización del proceso productivo puede ser una herramienta para hacer frente al envejecimiento de la estructura poblacional que muchos países vienen experimentando. Acemoglu y Restrepo (2018c) encuentran que la implementación de robots y otras tecnologías de automatización ha sido más fuerte en zonas con mayor envejecimiento poblacional. Aquí el desafío de los estados es promover esa gradual automatización para compensar la pérdida de fuerza de trabajo por el envejecimiento poblacional, con su consecuente impacto sobre el ritmo de crecimiento. Esto sobre todo teniendo en cuenta que los resultados de Nedelkoska y Quintini (2018) sugieren que la relación entre edad y riesgo de automatización de las actividades llevadas adelante tiene forma de U, pero con un pico mayor entre la gente más joven. Por lo tanto, los incentivos del estado deberían ir en dirección de promover que la automatización facilite el reemplazo de trabajadores en edad de retiro, pero sin perjudicar la inserción laboral de los más jóvenes.

Nahirñak y O'Connor (2020) proponen que dado el contexto de desigualdad social actual, la tendencia a la automatización del empleo demanda un Estado que promulgue una política de mayor inclusión laboral. Una alternativa posible sería una gestión educativa masiva hacia todos los estratos sociales y con sentido práctico para establecer capacidades, formación técnica y oficios, integrando educación con formación para un acceso real al mercado laboral.

De acuerdo con Nahirñak y O'Connor (2020) es probable que deban establecerse políticas de ingreso universal básico, con perspectiva inclusiva y de alcance para los estratos sociales de mayor problemática. Argentina es uno de los países precursores en este tipo de políticas de inclusión, principalmente en materia de universalidad de algunas de sus políticas sociales, tal como la Asignación Universal por Hijo (AUH).

Baldwin y Forslid (2020) plantean redirigir las estrategias de desarrollo desde la industria hacia los servicios. Señalan que la robotización está reduciendo mucho los costos del comercio de servicios, pero poco los costos laborales. Lo opuesto se observa en el caso de los bienes. Esto abre la oportunidad para que los países

que actualmente tienen menores costos laborales comiencen a exportar en mayor medida sus servicios, a través de tecnologías como la digitalización.

Desde la perspectiva socio-económica de Serrano Rodríguez (2018), el avance de los procesos tecnológicos plantea la necesidad de una transición a una nueva formación social con cambios en el mercado de laboral. Particularmente, el aumento en la participación relativa del trabajador autónomo en la economía, el cual se enfrenta a un sistema competitivo que exige, a los efectos de supervivencia, un mejor desempeño. Esto demanda incrementos de productividad ya sea por innovación, especialización o aportes crecientes a la acumulación de capital.

De acuerdo con Arellano Espinar et al. (2019) es importante notar que la tecnología no solo generará cambios en las tareas laborales existentes, sino que demandará cambios en las habilidades y capacidades necesarias para desarrollar distintos oficios. Lógicamente, la disrupción digital no generaría tensiones relevantes si las ocupaciones nuevas y las obsoletas demandasen similares habilidades, el único desafío sería asegurar una intermediación efectiva en la transición de los trabajadores con el nuevo marco laboral.

Serrano Rodríguez (2018) argumenta que la transición tecnológica determina nuevas relaciones sociales de producción y, en consecuencia, una nueva formación social. El autor plantea que la revolución científico-tecnológica puede transformar el contexto económico basado en la escasez a un escenario económico de abundancia. Principalmente esto es debido a la generación de una estructura de comunicación, energía y transporte, basada en un proceso de generalización del internet (procesos automatizados en una infraestructura inteligente e integrada) y por la irrupción de internet de las cosas, con el común denominador de una reducción sustancial de costos.

Perez (2001) sostiene que en la dinámica del proceso de cambio tecnológico se generan discontinuidades que se convierten en aperturas o ventanas de entrada para que los países menos favorecidos en ese proceso tecnológico adquieran la oportunidad de desarrollarse en diversa intensidad. El autor señala que si bien se trata de procesos de destrucción creadora de corto plazo, los problemas que se observan en la estructura laboral también tienen la posibilidad de implementar mejoras de largo plazo, mediante la transición hacia ocupaciones más calificadas.

Molina et al. (2018) destacan, a través del análisis del sector bancario argentino realizado por la CETyD-UNSAM, FIDE (2017), la relevancia de generar un marco normativo que suavice el impacto de las transformaciones consecuentes de la introducción de nuevas tecnologías sobre el empleo. Si bien los trabajadores de ese sector se adaptaron a cambios tecnológicos considerables, esto no derivó en un efecto desplazamiento del empleo ni tampoco en una reducción de los salarios.

Molina et al. (2018) a partir de un estudio de Argentina con datos suministrados por la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI, 2015), argumentan que en las empresas que efectuaron actividades vinculadas con la

innovación, es posible notar cierta relación entre cambio tecnológico, cambio ocupacional y empleo. En efecto, las empresas que incorporaron actividades de I+D obtuvieron muy buen desempeño en términos de creación de empleo, teniendo en cuenta que esas empresas explican el 80% del empleo total de la muestra bajo análisis. Por lo tanto, esto permite inferir que la gestión en innovación es favorable sobre la creación de empleo, al menos para el período de tiempo que analiza la encuesta, 2010-2012.

El trabajo de Autor (2019) da cuenta de la heterogeneidad geográfica de la penetración de las nuevas tecnologías en el mercado de trabajo. Ante ese fenómeno, la movilidad del factor trabajo puede ayudar a sostener el nivel de empleo y remuneraciones, al menos de manera temporal. Hay por lo tanto espacio para que los estados implementen medidas que faciliten la movilidad geográfica de la fuerza de trabajo.

Salama (2018) plantea dos perspectivas de países distintos. Por un lado, los países cuyo perfil productivo está vinculado con las nuevas tecnologías que se difunden sobre su tejido industrial, en los servicios y entre sus consumidores. Por otro, los países con perfil de no productores de tecnología, generalmente países emergentes que sólo se concentran en introducir las tecnologías en su estructura industrial, de servicios y consumo. En este segundo *cluster* se encuentra América Latina.

Salama (2018) argumenta que el grupo de países desarrollados vinculados con la producción de nuevas tecnologías ingresa a la división internacional del trabajo de manera positiva. Sus exportaciones presentarán una demanda con altos ingresos y altos niveles de competitividad. A su vez, esto se vincula con la producción y exportación de bienes de mayor complejidad lo cual está relacionado con la penetración de la industria 4.0. En este sentido, la complejidad de las exportaciones de un país depende del esfuerzo en investigación y desarrollo, es decir, cuanto mayor sea esa actividad, más alta será la probabilidad de que la economía elabore productos complejos.

Para Salama (2018) se debe notar la probabilidad de una nueva forma de dependencia de los países emergentes que puede limitar su capacidad de inversión. Concretamente resulta más costoso a los emergentes importar bienes de capital y el acceso a productos importados que incorporan nuevas tecnologías se depende en forma creciente del precio de los bienes que cada economía exporta.

Salama (2018) plantea que, en América Latina, la revolución digital se presenta “truncada”. El perfil productivo de la región no está asociado a la producción de nuevas tecnologías lo cual se traduce en un aumento de los riesgos mencionados y, a la vez, se acrecienta la dependencia tecnológica en mayor proporción que en el pasado. Sin embargo, el perfil productivo de cada país también se asocia con la historia, la cultura y los medios de producción, los cuales son diferentes para cada país, hay que analizar cada caso en particular. De acuerdo a este autor, los países latinoamericanos introducen esas nuevas tecnologías a sus mercados con distinta intensidad, pero fundamentalmente no las producen. Por otro lado, en ciertos sectores como los

servicios financieros y el transporte “uberizado”, como en el caso de Brasil y Chile, las tecnologías son utilizadas de manera intensiva dado que los recursos necesarios para ese uso no tienen un peso relativo sustancial. Por lo tanto, los efectos negativos derivados de esta polarización se presentan en mayor escala sobre el empleo y los salarios de la región que en comparación a los países avanzados y a los países asiáticos de desarrollo acelerado. En relación a los países de América Latina, Salama (2018) resalta que se encuentran en una situación de desventaja. Esta se puede acentuar si no se impulsa la difusión de estas nuevas tecnologías para modernizar y optimizar su sector industrial; así como también introducir su producción. En consecuencia, la inclusión en la división internacional del trabajo de las economías latinoamericanas se torna regresiva debido a su incapacidad relativa de exportar productos complejos.

5. Reflexiones finales

El proceso de cambio tecnológico que el mundo viene experimentando en el marco de la Cuarta Revolución Industrial tiene un muy elevado potencial disruptivo. Si bien lo incipiente del proceso hace prácticamente imposible predecir su verdadero alcance, la Cuarta Revolución Industrial trae consigo un cambio tecnológico que puede modificar incluso los paradigmas convencionales de desarrollo. Baldwin y Forslid (2020) plantean un escenario en que el progreso tecnológico haría que los servicios, y no la industria, se transformen en la pieza central de una estrategia de desarrollo exitosa. Las ganancias de productividad una vez que se consolide el actual proceso de cambio tecnológico son potencialmente enormes (Brynjolfsson y McAfee, 2016). Un proceso de cambio tecnológico y económico de esta magnitud constituye una oportunidad para la economía global en general, y para los países emergentes en particular.

Sin embargo, este mismo proceso de cambio tecnológico, con todas sus oportunidades, genera una serie de tensiones que no pueden ignorarse. Como señala Van Ark (2016), aún no se observa en los datos un aumento de la productividad consistente con los cambios de la Cuarta Revolución Industrial. Aunque existe la posibilidad de que estos procesos de cambio tecnológico terminen no teniendo el impacto que se predice, una hipótesis más plausible es que en realidad actualmente estemos en una fase de expansión de las nuevas tecnologías, pero no de explotación efectiva.

De acuerdo con Vallecillo Gámez (2019) se deberá tener en cuenta una ventana de tiempo a los efectos de la adaptación de situaciones de sustitución de determinada mano de obra por maquinaria o bien, su desplazamiento hacia otros sectores de actividad donde las nuevas tecnologías aún no hayan impactado.

Según diversos estudios relevados en este trabajo, el proceso de cambio tecnológico que se viene produciendo, y que la Cuarta Revolución Industrial se espera que acelere, tiene efectos positivos y negativos sobre el mercado de trabajo. Por el lado positivo, se genera un incremento de la productividad que da

lugar a un crecimiento del ingreso mundial y, con ello, de la demanda de trabajo. De aquí se deriva, por ejemplo, el crecimiento de los “empleos de bienestar”, orientados típicamente a la prestación de servicios a los sectores de mayores ingresos. También se intuye el crecimiento del empleo complementario con la nueva tecnología, como los analistas de *data science* o los desarrolladores de software plantean.

Sin embargo, también hay efectos negativos. Por un lado, el desplazamiento de trabajadores, principalmente por la automatización de sus tareas. Como se vio en este trabajo, diversos tipos de empleo han perdido participación en el mercado laboral, producto de que el avance tecnológico los va volviendo prescindibles. A esto se asocia otro efecto negativo observado en los datos; una creciente desigualdad salarial. Como diversos estudios han demostrado, el desplazamiento de los trabajadores se ha concentrado en los sectores con educación e ingreso medio. En ese contexto, se ha producido una migración de esos trabajadores o bien hacia trabajos más calificados y mejor remunerados, o bien hacia trabajos menos calificados y peor remunerados, pero aún difíciles de automatizar.

La evidencia empírica presentada en este trabajo demuestra que la polarización salarial, lejos de ser solo una posibilidad teórica, se observa en la mayor parte de los países desarrollados. En cuando al peso del factor trabajo en la economía, la evidencia también muestra resultados preocupantes, ya que la mayor parte de la literatura coincide en que existe una tendencia a la baja. Esto es consistente con lo planteado por Van Ark (2016) y por Acemoglu y Restrepo (2018b) que observan una productividad que no termina de acelerarse combinada con un progreso tecnológico sesgado hacia la sustitución del trabajo. En definitiva un efecto desplazamiento (trabajadores reemplazados por la tecnología) que más que compensa el efecto productividad (más demanda de trabajo por el crecimiento económico) y el efecto reasignación (nuevos puestos creados por el progreso tecnológico) de los trabajadores.

Como se vio en la sección 3 de este documento, las tendencias observadas en el mercado laboral se pueden explicar en buena medida por el proceso de cambio tecnológico, especialmente desde finales de los años '70. La automatización de parte de las tareas, el surgimiento y consolidación de las superestrellas, la globalización de las cadenas de valores y la digitalización de la economía, entre otros fenómenos, contribuyen a explicar tanto el menor peso del trabajo en el producto como la polarización de los empleos y los salarios. Dado que la literatura prevé que este proceso de cambio tecnológico se mantenga y acelere, es probable que al menos a corto y mediano plazo también se profundicen las tensiones en el mercado laboral.

Si bien estos fenómenos se concentran por el momento mayormente en los países desarrollados, los países emergentes no pueden estar ajenos a los desafíos. La propia progresión de la Cuarta Revolución Industrial los obligará a modificar su propio paradigma tecnológico para no perder competitividad con impactos sobre el mercado de trabajo.

En este escenario, consideramos imprescindible que tanto los individuos como los gobiernos movilicen sus recursos para minimizar los riesgos generados por la Cuarta Revolución Industrial y capitalizar sus oportunidades. Por el lado de los individuos, la clave parece estar en la educación y la complementariedad con las nuevas tecnologías. La evidencia muestra que las tareas complementarias con la tecnología enfrentan una demanda creciente, y una remuneración real que también va en aumento. Este tipo de tareas exigen en general un nivel de calificación elevado, por lo que las personas deben hacer el máximo esfuerzo para capacitarse de manera acorde a los nuevos tiempos del mercado de trabajo.

Obviamente, la capacitación es costosa. Si bien las nuevas tecnologías permiten una reducción de los costos educativos (por ejemplo, a través de los MOOCs), éstos aún son significativos y, en algunos casos, inabordables para amplias capas sociales. Aquí hay por lo tanto margen de acción para las políticas públicas. Facilitar el acceso a una educación de calidad y ajustada a las demandas de la Cuarta Revolución Industrial es central para minimizar los efectos negativos de ésta sobre el mercado de trabajo, y maximizar sus efectos positivos.

En la misma línea, y siguiendo las recomendaciones de Acemoglu y Restrepo (2019a), es importante que los estados se involucren más en la definición del perfil del cambio tecnológico. Esto puede hacerse de manera directa, involucrándose en la definición de líneas de investigación, o indirecta, alterando el esquema de impuestos y subsidios de manera de desincentivar tecnologías con impacto elevado sobre el empleo pero bajo sobre la productividad.

Salama (2018) concluye que evidentemente los países de menor progreso tecnológico se enfrentan con el desafío de asignar más recursos en investigación y desarrollo en un marco de políticas públicas intensivas en ese objetivo. Si esto no sucede, eventualmente no se captarían los potenciales beneficios derivados de la Revolución Industrial contemporánea. De acuerdo a este autor, se debe observar la irrupción de la automatización en la industria automotriz y las finanzas como desarrollo potencial para la industria de países emergentes ya que actualmente son las ramas más favorecidas para incorporar tecnología 4.0.

Degryse (2017) plantea en general una agenda para gestionar los efectos negativos de la automatización en el empleo:

- “Una agenda de robotización inclusiva: los robots no deben tener dominancia sobre las tareas o ser sustitutos de los trabajadores, sino que deben implementarse en un marco de complementariedad para generar un espacio laboral tendiente a la eficiencia”.
- “El desarrollo de calificaciones complementarias en todos los niveles. Las cuestiones técnicas que se circunscriben en la digitalización son relevantes pero hay interrogantes que debemos responder: ¿Cuáles son las tareas, relaciones y responsabilidades que continúan exigiendo la intervención humana? ”

- “La apropiación del trabajo (*ownership*): es importante efectuar una división de apropiación y de autonomía de maquinaria y fuerza de trabajo. La cuestión a resolver es: ¿cómo implementar un accionar para que mano de obra y nuevas tecnologías trabajen mancomunadamente permitiendo, a su vez, que los trabajadores continúen con la responsabilidad de su propio desempeño laboral?”

No cabe duda de que la Cuarta Revolución Industrial constituye una gran oportunidad para la economía global. Sin embargo, también entraña riesgos que ameritan una intervención estatal que evite que los cambios que se esperan generen más perdedores de los necesarios.

Bibliografía

- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2017a): "The race between machine and man: implications of technology for growth, factor shares and employment", NBER WP N°22252.
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2017b): "Robots and jobs: evidence from US labor market", NBER WP N°23285.
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2018a): "Artificial intelligence, automation and work", NBER WP N°24196.
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2018b): "Modeling automation", NBER WP N°24321.
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2018c): "Demographics and automation". NBER WP N°24421.
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2019a): "The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labor demand", NBER WP N°25682.
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2019b): "Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 33, No. 2, pp. 3-30.
- Apella, I. y Zunino, G. (2017): "Cambio tecnológico y el Mercado de trabajo en Argentina y Uruguay. Un análisis desde el enfoque de tareas". Serie de informes técnicos del Banco Mundial en Argentina, Paraguay y Uruguay N° 11, Montevideo.
- Argüello Verbanaz, S. (2019): "Los efectos de la automatización sobre el trabajo. Desempleo tecnológico, polarización del mercado laboral y políticas públicas". BCN, N° SUP: 118.701.
- Arellano Espinar, A., Díez Catalan, L. y Neut Smith, R. (2019): "Revolución tecnológica y desarrollo socioeconómico: una agenda para el mercado de trabajo". Un Nuevo Contrato Social en una Nueva Economía, noviembre-diciembre 2019, N°911.
- Arnoud, A. (2018): "Automation threat and wage bargaining", Yale University, job market paper.
- Arntz, M., Gregory, Y. y Zierahn, U. (2016): "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189, OECD Publishing, Paris.
- Arntz, M., Gregory, Y. y Zierahn, U. (2017): "Revisiting the risk of automation" *Economics Letters*, Elsevier, vol. 159(C), pp. 157-160.

- Arntz, M., Gregory, Y. y Zierahn, U. (2020): "Digitalization and the future of work: macroeconomic consequences". In Zimmermann, K. (ed). Handbook of Labor, Human Resources and Population Economics. Forthcoming.
- 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, pp. 3-30.
- Autor, D. (2019): "Work of the past, work of the future", AEA Papers and Proceedings, Vol. 109, pp. 1-32.
- Autor, D., Levy, H. y Murnane, R. (2003): "The skill content of recent technological change: An empirical exploration". The Quarterly journal of economics, 118(4), 1279-1333.
- Autor, D. y Salomons, A. (2018): "Is automation labor-displacing? Productivity growth, employment, and the labor share", BPEA Conference Drafts, March 8-9, 2018.
- Autor, D., Dorn, D., Katz, L., Patterson, C. y Van Reenen, J. (2019): "The fall of the labor share and the rise of the superstar firms", Quarterly Journal of Economics, forthcoming.
- Ayres, Robert U. y Miller S. (1983): "Robotics: Applications and Social Implications". Ballinger Publishing Company.
- Bakhshi, H., Downing, J., Osborne, M. y Schneider, P. (2017). "The Future of Skills: Employment in 2030". London. Pearson and Nesta.
- Banco Mundial (2016): "Informe sobre el desarrollo mundial 2016: Dividendos digitales, cuadernillo del Panorama general". Banco Mundial, Washington DC. Licencia: Creative Commons de Reconocimiento CC BY 3.0 IGO.
- Baldwin, R. y Forslid, R. (2020): "Globotics and development: when manufacturing is jobless and services are tradable", NBER WP N°26731.
- BID (2017): "Robotlución: El futuro del trabajo en la integración 4.0 de América Latina". BID-INTAL, Buenos Aires, República Argentina.
- Bound, J. y Johnson, G. (1992): "Changes in the Structure of Wages in the 1980's: An Evaluation of Alternative Explanations". The American Economic Review, 82(3), 371-392.
- Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2016): "La segunda era de las máquinas: Trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantes tecnologías". Temas Grupo Editorial, Buenos Aires, República Argentina.
- Cabrales, A., Hernández, P. y Sanchez, A. (2018): "Automatización y mercado de trabajo". Laboratorio de Economía del Comportamiento, UMICCS.

- Card, D. y Lemieux, T. (2001): “Can falling supply explain the rising return to college for younger men? A cohort-based analysis”. *The Quarterly Journal of Economics*, 116(2), 705-746.
- Degryse, C. (2017): “Shaping the world of work in the digital economy”. *The Foresight Brief*, European Trade Union Institute (ETUI).
- Dinlersof, E. y Wolf, Z. (2018): “Automation, labor share, and productivity: plant-level evidence for US manufacturing”, CES 18-39.
- Elsby, M.; Hobijn, B. y Sahin, A. (2013): “The decline of the US labor share”, Federal Reserve Bank of San Francisco, Working Paper 2013-27.
- Fine, D.; Manyika, J.; Sjatil, P.; Tacke, T.; Tadjeddine, K. y Desmond, D. (2019): “Inequality: a persisting challenge and its implications”, Discussion Paper, McKinsey Global Institute.
- Frey, C. B. y Osborne, M. A. (2017): “The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?”. *Technological Forecasting & Social Change* 114(2017): 254–280.
- Frank, M., Sun, L., Cebrian, M., Youn, H. y Rahwan, L. (2018): “Small cities face greater impact from automation”. The Royal Society Publishing.
- Gasparini, L., Brambilla, I., César, A., Falcone, G., y Lombardo, C. (2020): “The Risk of Automation in Argentina”. *Documentos de Trabajo CEDLAS N° 260*, Abril, 2020, CEDLAS, Universidad Nacional de La Plata.
- González Cao, L. (2019): “El futuro del trabajo en la economía del conocimiento”. Instituto de Estudios de las Finanzas Públicas Americanas (IEFPA).
- Graetz, G. y Michaels, G. (2018): “Robots at work”. *The Review of Economic and Statistics*, Vol. C, No.5, pp. 753-768.
- Gregory, T., Salomons, A. y Zierahn, U. (2016): “Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe”. Conference paper. *Technological Change, Versatility and Macro-Labor Models*, B18-V2.
- Groover, M., Weiss, M., Nagel, R. y Odrey, N. (1986): “Industrial Robotics: Technology, Programming and Applications”. McGraw-Hill Inc.
- Hualde, F. (2019): “El trabajo y el empleo en la era digital: ¿una nueva ola de precarización?”. QUIT WP N° 24. El Colegio de la Frontera Norte – México.
- Karabarbounis, L. y Neiman, B. (2013): “The global decline of the labor share”, NBER WP N°19139.
- Katz, L., y Murphy, K. (1992): “Changes in relative wages, 1963–1987: supply and demand factors”. *The quarterly journal of economics*, 107(1), 35-78.

- Kelly, K. (2016): "The inevitable: Understanding 12 technological forces that will shape our future". Viking. Nueva York, Estados Unidos.
- Lawrence, R. (2015): "Recent declines in labor's share in US income: a preliminary neoclassical account", NBER WP N°21296.
- Lladós-Masllorens, J. (2018): "La transformación del empleo en España derivada de la automatización y la inteligencia artificial". En Fausto Miguélez (coord.): "La revolución digital en España. Impacto y Retos sobre el Mercado de Trabajo y el Bienestar". Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Leduc, S. y Liu, Z. (2020): "Robots or workers? A macro analysis of automation and labor markets", Federal Reserve Bank of San Francisco, WP N°2019-17.
- Manyika, J.; Chui, M.; Miremadi, M.; Bughin, J.; George, K.; Willmott, P. y Dewhurst, M. (2017): "A future that works: Automation, employment, and productivity". McKinsey Global Institute.
- McKinsey Global Institute (2019): "The future of work in America. People and places, today and tomorrow". McKinsey Global Institute.
- Molina, M., Benítez, N. y Ernst C. (2018): "Cambios tecnológicos y laborales. Sus implicancias en el mercado de trabajo de Argentina". Serie documentos de trabajo N°23, OIT.
- Montero Vilela, J., Arias Oliva, M. y Pelegrín Borondo, J. (2019): "Automatización, Digitalización y Robotización: Definición y protagonismo en la RSC del IBEX 35". Conference Paper. XXXIII AEDEM Annual Meeting, Sevilla.
- Nahirñak, P. y O'Connor, E. (2020): "La tendencia de automatización del trabajo en Argentina: recomendaciones a partir de un análisis sectorial". En: Calvo, C., Shikiya, H., Montealegre, D. (eds.). Ética y economía: la relación dañada. Profundizando los modos de un auténtico desarrollo humano integral sostenible. Parte II.
- Nedelkoska y Quintini (2018): "Automation, skills use and training". OECD Social, Employment and Migration. WP N°202.
- Oberfield, E. y Raval, D. (2014): "Micro data and macro technology", Working Paper, Princeton University.
- Ochoa-Adame, G. L. y Torres-García, A. J. (2019): "Impacto de cambios tecnológicos en el trabajo: una revisión de la evidencia empírica para América Latina". En J. A. Navas-Sierra (Ed.), Tecnologías disruptivas del proceso de globalización (pp. 215-236). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.
- Ortigoza Limon, S., y Becerril-Gil, A. (2018): "Technological enablers and realities of corporate computer law". Revista IUS, 12(41), 11-41.

- Perez, C. (2001): "Technological revolutions and financial capital. The dynamics of bubbles and golden ages". Edward Elgar Publishing Limited, Glensanda House.
- Pfeiffer, S. (2016): "Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work". *Societies*, 6(2), p. 16.
- Rodríguez, J. M. (2017): "Transformaciones tecnológicas, su impacto en el mercado de trabajo y retos para las políticas del mercado de trabajo". En Bensusán, G., Eichhorst, W. y Rodríguez, J. M. (2017): "Las transformaciones tecnológicas y sus desafíos para el empleo, las relaciones laborales y la identificación de la demanda de cualificaciones". Santiago, CEPAL.
- Salama, P. (2018): "Nuevas tecnologías: ¿bipolarización de empleos e ingresos del trabajo?". *Revista Problemas del Desarrollo*, 195 (49).
- Serrano Rodríguez, A. (2018): "Disrupción tecnológica global. ¿Transición a una nueva formación social?". *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, N°144 2018/19, pp. 25-35.
- Schwab, K. (2015): "The fourth industrial revolution. What it means and how to respond". *Foreign Affairs*.
- Standing, G. (2017): "Basic Income: And How We Can Make It Happen". Pelican Books.
- Susskind, R. y Susskind, D. (2015): "The Future of the Professions". Oxford University Press.
- Tinbergen, J. (1974): "Substitution of graduate by other labour". *Kyklos: International Review for Social Sciences*.
- Vallecillo Gámez, M. (2019): "La inclusión de la robotización en la política de empleo". *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 6(1), 97-110.
- Van Ark, B. (2016): "The productivity paradox of the new digital economy". *International Productivity Monitor*, N°31, pp. 3-18.
- World Economic Forum (2016): "The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution". World Economic Forum. Global Challenge Insight Report.