



El mundo del trabajo atraviesa cambios importantes que seguirán ocurriendo y que podrían intensificarse en el futuro. Para entender mejor estos nuevos retos y enfrentarlos de manera eficaz, la OIT ha lanzado una “Iniciativa sobre el futuro del trabajo” y ha propuesto cuatro “conversaciones del centenario” para los debates que se realizarán hasta su 100° aniversario en 2019: i) trabajo y sociedad; trabajo decente para todos; iii) la organización del trabajo y de la producción, y iv) la gobernanza del trabajo. La finalidad de esta nota informativa es presentar un panorama general de las tendencias clave y problemas en áreas temáticas seleccionadas que son particularmente importantes para las “conversaciones” para que sirva de base y facilite el diálogo y los debates en los planos nacional, regional y mundial.

Sírvase enviar sus comentarios o recomendaciones a: futureofwork@ilo.org

LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS Y EL TRABAJO EN EL FUTURO: Cómo lograr que la tecnología beneficie a todos*

** Esta nota se basa en los aportes de Irmgard Nübler.*

En esta nota se analizan los impactos de los cambios tecnológicos en la cantidad y calidad de los trabajos y se discuten los desafíos políticos para desarrollar una fuerza de trabajo capacitada, evitar la polarización del empleo y asegurar la distribución equitativa del aumento de la productividad.

1. Definición del escenario: temas clave y visión general

Se sabe que el cambio tecnológico es un factor principal de crecimiento y desarrollo. Según el pensamiento económico, por ejemplo, generalmente se asume que el crecimiento en el largo plazo se debe en gran medida a los avances tecnológicos. Robert Solow, acreedor de un Premio Nobel en economía por su teoría del crecimiento, estimó que los avances tecnológicos representaron aproximadamente 80 por ciento del crecimiento económico en los Estados Unidos en el primer semestre del siglo XX (Solow, 1957).

Los cambios tecnológicos también son procesos inevitablemente dinámicos que implican: a) tanto suprimir como crear puestos de trabajo y b) transformar los actuales, principalmente en términos de cómo se organiza el trabajo. Ambos aspectos tienen repercusiones críticas para los trabajadores, los empleadores y sus familias. El alcance de los cambios tecnológicos y la rapidez con la que ocurren siempre han sido tema de debates económicos y sociales, muchas veces con opiniones divergentes entre los optimistas y los pesimistas.

La corriente reciente de cambios tecnológicos dentro del paradigma digital ha llamado nuevamente la atención general. Si bien se ha llegado a un amplio consenso sobre su potencial para la productividad, en los últimos años hay una creciente preocupación –no muy diferente de la del pasado– sobre la “posibilidad de que este tipo de cambio tecnológico reemplace la mano de obra” (OIT, 2015). Algunos creen que la corriente actual ya ha alcanzado su máximo desarrollo, de modo que la digitalización de la economía (o sociedad) sin trabajo podría ser una realidad en el futuro próximo. Otros están en desacuerdo. Algunos son más optimistas, y resaltan el proceso secuencial de la creación de puestos de trabajo, que muchas veces es más sólido que la supresión de los mismos. Y también hay otros que sostienen que la innovación

tecnológica los pone en riesgo, pero que es una situación que se podría evitar. Según ellos, los futuros impactos de la tecnología en el mercado de trabajo dependerán de la elección social y de las acciones políticas y, por consiguiente, en el futuro se podría lograr una economía digital con una alta cuota de empleos.

En esta nota se revisan los análisis y debates recientes sobre los posibles impactos de las últimas innovaciones en el trabajo del futuro. Dada la amplitud del tema –y las grandes variaciones entre los países, principalmente entre los países industrializados y los países en desarrollo– esta nota se centra en las principales tendencias, las fuerzas que las definen, y los problemas que generalmente se observan en el mundo. Con base en una revisión selectiva, en esta nota se identifican preguntas clave que ameritan, y deberían sentar las bases para, un análisis más exhaustivo y una discusión política en los próximos años.

El cambio tecnológico es un proceso complejo, no lineal, progresivo y que requiere una gran cantidad de recursos, y es impulsado por fuerzas que no son únicamente económicas, sino también sociales y políticas. Además, el cambio tecnológico no es homogéneo y supone una definición amplia que permita considerar las diferentes formas de cambio e innovación que afectan la cantidad y la naturaleza de las tareas individuales de diferentes maneras. El cambio tecnológico se refleja en la creación de conocimiento nuevo, la implementación de un producto original o su mejora significativa, o una técnica de producción, lugar de trabajo o modelo comercial diferentes, y en la amplia difusión de estas innovaciones dentro de la economía.

La nota está estructurada de la siguiente manera: dado que el cambio tecnológico no es nuevo, la Sección 2 se remite a la función del cambio tecnológico en el pasado y a su impacto en el mundo del trabajo, así como a los debates relacionados que muestran que el tecno-pesimismo muchas veces no se ha concretado.

Sin embargo, la historia no siempre se repite, por lo que cabe la interrogante: ¿será diferente esta vez? La Sección 3 examina esta pregunta crítica al revisar las características particulares de la corriente actual de los cambios tecnológicos (muchas veces denominada la Cuarta Revolución Industrial) con un potencial sin precedentes de supresión de puestos de trabajo. Luego, examinamos el caso opuesto que sostiene que el cambio tecnológico está relacionado con una creación sólida de puestos de trabajo y ganancias netas en el empleo total. Para cada uno de estos puntos de vista contrastantes, se revisan los estudios más recientes en esta área, incluidos varios resultados de proyecciones.

Evidentemente, solo el tiempo dirá que rumbo tomará el futuro, y, tal como se indica en los párrafos anteriores, las políticas también cumplen un papel fundamental en el desenlace del futuro. Sin embargo, hay otras dimensiones importantes que van más allá de la cantidad de empleos. Se sabe que los cambios tecnológicos tienen repercusiones críticas en la distribución, con ganadores y perdedores. La Sección 4 considera tres temas particularmente importantes en los contextos económicos y sociales actuales: a) los impactos en la calidad de los puestos de trabajo, principalmente dada la tendencia actual hacia la polarización de los mismos; b) los ajustes sociales y económicos impulsados por los cambios tecnológicos (por ejemplo, requisitos de habilidades nuevas, reubicación geográfica) y c) (re)distribución de las ganancias de la productividad entre los diferentes grupos económicos y sociales, dada la tendencia mundial de una creciente desigualdad de ingresos.

La Sección 5 concluye con un breve resumen y propone una lista de las principales preguntas para un análisis y debate más exhaustivos en el futuro.

2. ¿Qué nos dice la historia?

Si bien los cambios tecnológicos han llevado, en última instancia, a la creación de nuevos puestos de trabajo, generalmente parten de ganancias derivadas del “ahorro de mano de obra” (es decir, la reducción de puestos) y esta mejora de la eficiencia tecnológica muchas veces

ha sido más rápida que la creación de puestos para los trabajadores desplazados. De cierta forma, la supresión de puestos de trabajo viene primero y le siguen las acciones compensatorias, generalmente a un ritmo más lento. Es por ello que, históricamente, los cambios tecnológicos han sido fuente de ansiedad e incluso inconformidad. A inicios del siglo XIX se presenciaron la introducción masiva de máquinas textiles que originaron el conocido movimiento ludista. Desde entonces, en general se ha reaccionado de manera menos negativa ante la innovación tecnológica, aunque ha seguido siendo vista con bastante recelo, ya que muchas empresas y trabajadores perdieron sus empleos debido a estos cambios. A inicios de los años treinta, John Maynard Keynes denominó esta pérdida de empleos “una nueva enfermedad” e introdujo un nuevo término, el *desempleo tecnológico*: “el desempleo causado por los medios descubiertos para ahorrar mano de obra que ocurre mucho antes de que podamos encontrar nuevos usos para la misma” (Keynes, 1930)¹. El debate sobre este tema continúa.

1. Pero Keynes agregó “esta es solo una fase temporal del desajuste. Todo esto significa, a largo plazo, que la humanidad está resolviendo su problema económico. Yo predeciría que en los próximos cien años el estándar de vida de los países desarrollados será entre cuatro y ocho veces lo que es hoy. No sería nada sorprendente, dado nuestro conocimiento actual” (ibíd.).

Desde su creación en 1919, la OIT ha actuado como un punto de encuentro mundial para discutir sobre los impactos del avance tecnológico en el empleo.

Por ejemplo, en respuesta a las dudas que surgieron sobre los impactos de la rápida mecanización y automatización en el empleo (es decir, la estandarización de los productos y de los procesos de producción que permiten codificar los trabajos que realizan los trabajadores en algoritmos para que puedan hacerlos las máquinas) en los años cincuenta, el Director General de la OIT presentó un informe que sostenía que “la experiencia del pasado no presenta motivos para creer que la innovación tecnológica haya reducido la cantidad de puestos de trabajo en el mundo. Por el contrario, sugiere que si bien tales innovaciones redujeron los puestos en ciertas áreas, en el largo plazo generaron aumentos en otras” (OIT 1957, p. 29). Sin embargo, el tecno-pesimismo ganó fuerza en los años sesenta, lo que llevó a la OIT a discutir, en su Conferencia Internacional del Trabajo (CIT) anual de 1972, sobre las “repercusiones laborales y sociales de la automatización y de otros avances tecnológicos”.

Es interesante observar que el informe de la CIT de 1972 empezó con un análisis de las últimas tendencias al referirse a “las opiniones expresadas durante los años cincuenta y a inicios de los sesenta” que fueron predominantemente pesimistas (el informe de la CIT se refirió a estas como “miedo a la automatización”). Indicó que “la discusión fue principalmente de índole teórica y se basó más en las opiniones que en los hechos” y concluyó que las consecuencias de los cambios tecnológicos fueron “en muchos aspectos mucho menos dramáticos de lo que se temía”. Agregó:

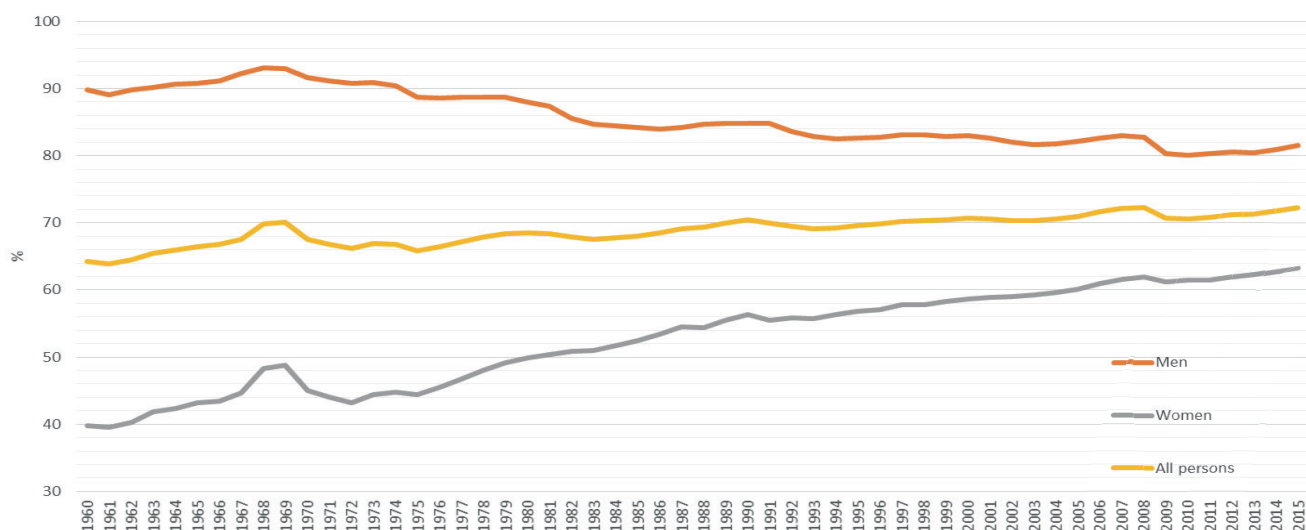
Muchas de las predicciones que se hicieron a inicios de los años cincuenta han sido claramente refutadas por el curso real de los hechos. Quizá una de las más impactantes sea la de Norbert Wiener, una eminencia en cibernética, quien dijo en 1950 que la automatización proveniente de las computadoras y de los controles de retroalimentación cibernética daría lugar en 25 años a una depresión que haría parecer una “broma” la de los años treinta. Veintidós años más tarde, aparentemente su profecía no se hará realidad en 1975 o –afortunadamente– incluso en los próximos 25 años” (OIT 1972, p.4).

En los años sesenta se observaron debates similares en los Estados Unidos, con preocupaciones sobre los “desempleados de la automatización”, que llevaron al Presidente Johnson a establecer una comisión nacional que llegaría a la conclusión de que estas inquietudes estaban infundadas (Autor, 2015).

La innovación tecnológica ganó más fuerza después de los años setenta, con los típicos altibajos cíclicos, pero la cantidad de puestos de trabajo en general aumentó en términos tanto absolutos como relativos. Para ilustrarlo de manera simple, en la Figura 1 se muestra la tasa de empleo en relación con la población en los países de la OCDE entre 1960 y 2015. La tasa para hombres cayó significativamente, pero esta disminución fue más que compensada por el rápido crecimiento de la tasa de empleo para las mujeres. Esta evolución desigual entre hombres y mujeres refleja, en parte, los cambios tecnológicos que han cambiado el rumbo de la economía

que ha pasado de la manufactura predominantemente masculina a los sectores del servicio. En general, la tasa de empleo ha aumentado en aproximadamente 10 puntos porcentuales en los últimos 55 años. De hecho, los informes de la OIT sobre el trabajo en el mundo (1996/7, 2001) concluyeron que las cifras agregadas no fundamentan el temor al desempleo tecnológico masivo (“el fin del trabajo”).

Figure 1. Aumento del empleo en la era de la innovación tecnológica: tasa de empleo-población en los países de la OCDE para el periodo 1960-2015



Fuente: OIT y OCDE, grupo de edad 15-64

3. ¿Será diferente esta vez?

Supresión de puestos de trabajo: ¿qué tan malo será esta vez?

Hasta la fecha, históricamente la experiencia nos ha llevado a desacreditar el tecno-pesimismo cuando se trata del resultado general en el empleo, pero la historia no siempre se repite. Por lo tanto, debemos cuestionarnos si esta vez será diferente respecto a la supresión de puestos de trabajo en términos netos; y de ser así, ¿cómo?

Según algunos observadores, estamos ante una salida crítica del patrón que históricamente hemos tenido hasta la fecha y resaltan la naturaleza particular de la corriente actual de los cambios tecnológicos, que algunas veces se conoce como “la Cuarta Revolución Industrial” (Schwab, 2015). Uno de los argumentos que respaldan este punto de vista es que esta revolución se basa en los logros de las corrientes anteriores del cambio tecnológico (incluida la tecnología de la información (TI) y la automatización) y las une para producir un crecimiento de la productividad a un ritmo exponencial y sin precedentes.

La automatización también ha aumentado, y ha dado lugar a impactos mucho más fuertes en el reemplazo de los puestos de trabajo. Se espera que las nuevas tecnologías en la manufactura que llevan a la Industria 4.0 introduzcan una nueva corriente de automatización de puestos de trabajo en los campos de la logística, la coordinación y la comunicación. El avance hacia automatizar toda la cadena de valor mediante la fabricación e integración de robots autónomos equipados con sensores para recolectar y analizar datos en una red de datos que mejore las conexiones, tanto entre las empresas como dentro de las mismas, podría aumentar la productividad de manera exponencial. De hecho, algunos esperan que el desempleo tecnológico siga aumentando debido a las repercusiones negativas del uso innovador de la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC), la difusión del aprendizaje de robótica, la Internet de las cosas y la impresión en 3D (McAfee y Brynjolfsson, 2014), y otros prevén un futuro sin empleo (Ford, 2015).

Este aumento de la automatización coexiste con las constantes tensiones generadas por la competitividad en el contexto de la globalización. Las empresas se ven presionadas para aumentar la productividad y reducir sus costos. La competencia lleva a las empresas y al sector de la investigación y el desarrollo a buscar nuevas tecnologías de producción para aumentar la productividad y la competitividad. Estas tensiones generadas por la competitividad han impulsado la automatización y la fragmentación de los sistemas de producción como dos tendencias de largo plazo en la innovación de procesos que optimizan la productividad mediante el ahorro de mano de obra y, por lo tanto, suprimen puestos de trabajo.

Por estos motivos, desde la perspectiva pesimista, la naturaleza sin precedentes del cambio tecnológico actual se inclina básicamente al “ahorro de mano de obra”, incluso en el largo plazo. La pregunta es: ¿qué tan malo será esta vez?

Se han hecho varios esfuerzos para estimar la magnitud potencial de la supresión de puestos de trabajo. Por ejemplo, Frey y Osborne (2013) exploraron la posible automatización de las ocupaciones, es decir, la facilidad o factibilidad técnica de informatizar las ocupaciones. Estimaron que 47 por ciento del empleo total en los Estados Unidos está técnicamente en una categoría de alto riesgo de automatizarse en las “próximas dos décadas”. El estimado comparable para el Reino Unido es 35 por ciento, y los estudios para Alemania y Francia mostraron resultados similares. Un estudio reciente de la OIT ha producido un estimado mucho más alto para los países de la ASEAN: aproximadamente tres de cada cinco puestos de trabajo se encuentran bajo “un alto riesgo de ser automatizados” (Chang y Hyunh, 2016), por lo que surgen preguntas importantes sobre las variaciones regionales en la supresión de puestos de trabajo.

Sin embargo, según las críticas es improbable que la automatización futura suprima totalmente las ocupaciones; más bien los puestos de trabajo dentro de estas variarán, y si bien es probable que algunos puestos desaparezcan, otros solo cambiarán (Autor y Handel, 2013). Los estudios que analizan los puestos de trabajo en lugar de las ocupaciones encuentran riesgos significativamente menores para las pérdidas de puestos de trabajo. Según Arntz, Gregory y Zierahn (2016), la automatización reemplazará algunas tareas que básicamente cambiarán la naturaleza de los trabajos que los trabajadores realizarán, pero los trabajos en sí, no están en riesgo. Concluyen que en los países de la OCDE, en promedio aproximadamente 9 por ciento de los trabajos están en alto riesgo de ser automatizados, con una variación entre 12 por ciento en Austria, Alemania y España y aproximadamente 6 por ciento o menos en Finlandia y Estonia.

Además, los recientes cambios tecnológicos muchas veces han facilitado la tercerización y la relocalización y han fragmentado más el proceso de producción, lo que podría agravar la pérdida de puestos de trabajo en los países desarrollados. Las nuevas tecnologías en el transporte y las tecnologías de la información y las comunicaciones, así como las nuevas instituciones, como los acuerdos de comercio y regímenes de libre comercio, han permitido aumentar la fragmentación para mejorar la productividad. Al inicio, los trabajos eran rutinarios, con especialización en una secuencia de tareas estrecha. La búsqueda del aumento de la productividad con economías de especialización y aglomeración también ha llevado a las empresas a especializarse en tareas específicas en los países, y finalmente a especializarse en tareas específicas en las cadenas de valor mundiales. La tercerización de las tareas de producción que requieren un alto coeficiente de mano de obra ha dado lugar a la fragmentación de los procesos de producción más allá de las fronteras, y a la reubicación de puestos de trabajo poco calificados de países desarrollados en países de remuneraciones bajas. Durante las últimas décadas, los países de economías desarrolladas se han especializado en tareas altamente calificadas, tales como la investigación y el desarrollo, el diseño, las finanzas y los servicios post-venta, mientras que los países en desarrollo han atraído muchos de los puestos de trabajo de baja remuneración y poco calificados que todavía no se pueden automatizar.

En general, se espera que la alta competencia en los mercados mundiales siga impulsando la automatización y la fragmentación, aunque es probable que la nueva corriente de especialización esté más orientada al sector de servicios que a la manufactura. Por un lado, se espera que las nuevas tecnologías de producción que requieren habilidades complejas repatrien

o internalicen los empleos y tengan repercusiones en las cadenas de valor. Por ejemplo, los nuevos robots podrán realizar las tareas de costura que hasta el momento habían sido un trabajo para “manos hábiles” en los países de bajas remuneraciones (The Economist, 2015, 30 de mayo). Por otro lado, los efectos indirectos positivos de las tecnologías digitales, los poderosos algoritmos, software de aprendizaje (inteligencia artificial) llevarán a la descomposición de los puestos de trabajo profesionales, y a la reubicación de los puestos de los países desarrollados en los países en desarrollo. Según Brown y Lauder (2013), habrá un proceso de “Taylorismo informático”. Las empresas dividirán los servicios de las oficinas en tareas especializadas, tal como ocurrió con el proceso del Taylorismo en la manufactura. La digitalización permite reubicar estas tareas en los países en desarrollo. Incluso las tareas de servicios complejas serán externalizadas a los países en desarrollo debido al creciente número de trabajadores altamente calificados que hay en estos países, además de los salarios que son dos tercios más bajos que en los países de economías desarrolladas.

Pero también se crearán nuevos puestos de trabajo: mecanismos y magnitud

Muchos otros investigadores han puesto en tela de juicio este escenario desalentador porque resaltan el potencial de creación de nuevos puestos de trabajo. Si bien el impacto directo de las innovaciones para lograr un proceso que mejore la productividad es la supresión de puestos de trabajo, tales innovaciones y las consecuencias que buscan también podrían impulsar nuevas actividades económicas y crear puestos de trabajo (con el potencial de creación positiva neta de empleo en el nivel agregado). De hecho, hay varios mecanismos, como los indicados anteriormente, que pueden viabilizar tales cambios (Vivarelli, 2007).

Primero, hay complementariedades entre la nueva tecnología y el empleo dentro de un determinado sector. Por ejemplo, tal como lo explica Autor (2015), la introducción de los cajeros automáticos redujo la demanda de trabajo para los cajeros, pero fue compensado por el aumento del número de sucursales. Además, la nueva tecnología en sí permite que los bancos amplíen la variedad de sus servicios, principalmente mediante la “banca de clientes” donde los funcionarios del banco presentan varios servicios bancarios a los clientes de manera personal.

En segundo lugar, los efectos indirectos positivos de la tecnología crean puestos de trabajo. Las mismas innovaciones de los procesos que desplazan a los trabajadores en las industrias usuarias crean demanda de trabajadores en las industrias productoras. Los nuevos robots y máquinas inteligentes se tienen que desarrollar, diseñar, construir, mantener y reparar. Además, la fragmentación de los sistemas de producción, la Internet de las cosas, la Industria 4.0, el Taylorismo informático, los carros sin conductores y otros fenómenos aumentarán la demanda de construcción de nueva infraestructura, equipo de transporte y de TI, así como programas informáticos cada vez más complejos e instituciones nuevas. Muchos países en desarrollo tendrán que desarrollar un suministro confiable de electricidad, transporte e infraestructura de TI.

En tercer lugar, la innovación tecnológica lleva a otras innovaciones. El nuevo conocimiento científico ofrece “oportunidades que se pueden aprovechar” no solo para las tecnologías de los procesos, sino también para el desarrollo de nuevos productos. Los emprendedores creativos diseñan y desarrollan principalmente bienes y servicios nuevos, desenvuelven nuevos modelos empresariales y crean nuevos puestos de trabajo. La Internet Industrial de las cosas (IIoT) y los macrodatos (Big Data) han creado un nuevo modelo empresarial –la manufactura combinada con el servicio– en el que las empresas conjugan la manufactura con la generación de datos para innovar con otros productos. Por ejemplo, Michelin ha desarrollado neumáticos con sensores para recabar información sobre las condiciones de las rutas, la temperatura y la velocidad para proveer a los gerentes de flotas de camiones servicios que les permitan reducir el consumo y los costos de la gasolina. Al mismo tiempo, las empresas de programas informáticos, como Google, adoptan las nuevas tecnologías para incursionar en la manufactura mediante el desarrollo de vehículos sin conductores (Accenture Technology, 2014).

En cuarto lugar, está el efecto en los precios y en los ingresos (Acemoglu y Restrepo, 2016). El incremento de la productividad derivado de la tecnología, traducido a mayores remuneraciones, ingresos, poder adquisitivo y precios más bajos, aumentará la demanda por productos nacionales, así como su producción. Asimismo, los costos más bajos aumentarán la competitividad y las ganancias más altas fomentarán la inversión. Esto llevará a aumentos en la productividad mediante la innovación y las economías de escala. Estos efectos en los ingresos y en la expansión de los mercados podrían compensar la pérdida de empleo (Vivarelli, 2007). Por ejemplo, los avances tecnológicos en la atención de la salud permiten reducir los costos de salud, lo que, a su vez, aumenta la demanda de servicios médicos más complejos.

En quinto lugar, la implementación de tecnologías de procesos que ahorran mano de obra ha dado lugar a menos horas de trabajo, lo que ha llevado a una mayor demanda de actividades de ocio, una gran variedad de productos innovadores, industrias y servicios del entretenimiento totalmente nuevos y la creación de nuevos puestos de trabajo. Los deportes, la salud, el esparcimiento, el turismo, la música, la televisión, los videojuegos, los restaurantes, las ferias, los museos y el movimiento de bricolaje, que empezó en los años ochenta, son ejemplos de este fenómeno. La evidencia también muestra que las industrias del entretenimiento usan cada vez más la tecnología y, por consiguiente, los trabajos se han vuelto cada vez más complejos (Posner, 2011). La mayor demanda de actividades de ocio en el futuro depende de que los avances tecnológicos se traduzcan en menos tiempo de trabajo en lugar de en desempleo. Por ello, es esencial que los aumentos de la productividad provenientes de las nuevas tecnologías de producción también se compartan con los clientes a fin de garantizar un mayor nivel de capacidad adquisitiva y una mayor demanda.

Si existieran todos estos mecanismos, “la tecnología suprimiría los puestos de trabajo, pero no el trabajo” (Bowen 1966, citado en Autor, 2015).

¿Será diferente esta vez? Es difícil de predecir, por lo que se requerirán más investigaciones y debates bien fundamentados en los próximos años. Un punto importante en este debate es reconocer que las nuevas tecnologías tendrán diferentes impactos en los procesos de supresión y creación de puestos de trabajo de acuerdo con cada país. Los datos empíricos muestran que cada país es muy diferente respecto a las actividades innovadoras, el crecimiento de la robótica y la integración en las cadenas de valor mundiales, así como respecto al impacto de la innovación de los procesos en la creación neta de empleo. Pero lo más interesante es que la correlación entre estas nuevas tecnologías de los procesos y el empleo no queda del todo clara y, de hecho, los efectos, tanto de la supresión como de la creación de puestos de trabajo son diferentes de acuerdo con cada país (Timmer et al, 2015; Graetz y Michaels, (2015).

Por ejemplo, si bien Alemania tenía la tasa de crecimiento más alta en robots, que superaba de lejos la tasa de los Estados Unidos, la pérdida neta de empleos en la manufactura como parte del empleo total fue mucho menor en comparación con los Estados Unidos (Nübler, 2016).

En términos más generales, necesitamos entender mejor las fortalezas de cada país para adoptar rápidamente las nuevas tecnologías, adquirir competitividad y crear productos innovadores como parte de su proceso de ajuste económico. Si bien los efectos de compensación son creados por los mercados, estos no funcionan aislados. Más bien, están insertos en sociedades cuyas capacidades de innovar, movilizar recursos para nuevas actividades económicas y aprender a competir son factores determinantes e importantes para la innovación de los productos y la creación de puestos de trabajo (Cheon, 2014; Nübler, 2014; Paus, 2014).

4. Más allá de la cantidad de puestos de trabajo: la calidad del empleo, la adaptación económica y social y los retos de la distribución

Nuestro análisis muestra que el resultado de la Cuarta Revolución Industrial quizá no sea tan negativo como lo sugieren ciertos observadores pesimistas. La creación de más puestos de trabajos en lugar de suprimirlos es un camino posible en el futuro próximo. Sin embargo, incluso en este escenario positivo hay muchos otros aspectos que merecen ser objeto de un

debate político serio, y los resultados económicos y sociales de la evolución tecnológica suelen depender en gran parte de cómo los países abordarán estos aspectos.

En concreto, hay tres temas principales:

- En primer lugar, los cambios tecnológicos transformarán la naturaleza y la calidad de los puestos de trabajo actuales y futuros. En palabras simples, en este sentido, la principal inquietud es si se podrá evitar, y de qué manera, la supresión de buenos puestos de trabajo y la creación de puestos de trabajo malos, aunque lo segundo implique el aumento del empleo total. Gordon (2016, p. 604) lo definió bien: “El problema creado por la era informática no es el desempleo masivo, sino la desaparición gradual de trabajos buenos, estables y de nivel medio que se han perdido no solo debido a los robots ni a los algoritmos, sino también debido a la globalización y a la externalización a otros países, junto con la concentración del aumento de puestos de trabajo en empleos manuales y rutinarios con remuneraciones relativamente bajas”. En los países en desarrollo, la principal preocupación es generar patrones de diversificación que generen más y mejores puestos de trabajo.
- En segundo lugar, el proceso dinámico de la supresión y creación de puestos de trabajo implica que los trabajadores y las empresas, al igual que las comunidades, tendrán que pasar por cambios y ajustes importantes, que generalmente son difíciles y costosos. El resultado de los cambios tecnológicos depende de cómo se manejen estos procesos de ajuste. No se trata solo de los procesos del mercado, sino también de las opciones sociales y políticas que elijan las comunidades y de las políticas que implementen.
- En tercer lugar, los cambios tecnológicos pueden generar mayores ganancias en la productividad. Nuevamente, el impacto en el ámbito del trabajo en cada uno de los países y en todo el mundo dependerá de la forma en la que se distribuyan estas ganancias entre las economías y los grupos sociales. Este punto es particularmente importante, ya que la evolución tecnológica actual ocurre en un contexto en el que la desigualdad general de los ingresos ha alcanzado un récord histórico (Piketty, 2014).

¿Suprimirá la evolución tecnológica los trabajos de nivel medio y empeorará la polarización del empleo?

La evolución tecnológica no solo afecta la cantidad de los puestos de trabajo, sino también la naturaleza y la calidad de los mismos. Si bien hay varias maneras de describir la calidad del empleo, la OIT (1990) define el empleo como “un conjunto de tareas y cometidos desempeñados por una persona, o que se prevé que esta desempeñe, para un empleador particular, incluido el empleo por cuenta propia”. Esto define un empleo en términos del alcance, naturaleza y perfil de las tareas y estas características del empleo determinan el perfil ocupacional. Autor *et al.* (2003) describen las tareas de un empleo como rutinarias y no rutinarias y como manuales o cognitivas. Muestran que la automatización primero reemplazó las tareas manuales rutinarias y gradualmente ha ido reemplazando cada vez más las tareas no rutinarias; mientras que las diferentes tecnologías nuevas recientes han permitido la automatización de tareas cada vez más complejas, principalmente las tareas cognitivas rutinarias y no rutinarias.

Muchos de los nuevos robots móviles no reemplazarán a los seres humanos, pero aumentarán sus capacidades cognitivas, participativas y físicas. Los trabajadores empezarán a centrarse más en las tareas que las computadoras no pueden realizar y, por ende, los trabajos se volverán más complejos. La interacción y la colaboración entre el trabajador y la máquina requieren un mayor nivel de autonomía por parte de los operadores y diseñadores, lo que los llevará a centrarse más en encontrar el valor que en seguir las reglas. Los administradores que trabajan con máquinas inteligentes y conectadas que los ayudan en las decisiones administrativas diarias y otras decisiones rutinarias necesitarán más habilidades interpersonales, que se adquieren principalmente a través de la experiencia, como el sentido común, la creatividad y la capacidad de resolver problemas. Los administradores tendrán que formular las preguntas para que las computadoras las respondan, abordar circunstancias excepcionales caracterizadas por algoritmos cada vez más inteligentes, y aprender a lidiar con la ambigüedad. Además, los empleos en

la investigación, el desarrollo, y el diseño serán de índole más experimental, ya que los modelos y las simulaciones reducen los costos de los experimentos, y será cada vez más frecuente que los procesos de trabajo cumplan ciclos de “diseñar, construir y probar”.

Además, las innovaciones de productos impulsadas por la Internet de las cosas, los macrodatos, la Industria 4.0 y el Taylorismo informático podrían crear puestos de trabajo en una gran variedad de ocupaciones nuevas basadas en el saber. Surgirán nuevas ocupaciones, principalmente en la intersección de profesiones, programas informáticos y máquinas, como arquitectos y analistas de macrodatos, especialistas en servicios de nubes, desarrolladores de programas informáticos y profesionales del marketing digital (Frey, 2016). Según Susskind y Susskind (2015), se crearán varias funciones legales nuevas en la intersección de los programas informáticos y el derecho, como ingenieros con conocimiento legal, tecnólogos legales, gerentes de proyectos, gerentes de riesgos y analistas de procesos.

Un aspecto importante en este contexto es definir si la demanda de ocupaciones altamente calificadas surge a expensas de ocupaciones de calificaciones e ingresos medios, es decir, si esta llevará a la polarización o a la “desaparición” de los puestos de trabajo. Por ejemplo, según Autor, Levy y Murnane (2003), desde los años ochenta, la proporción de los empleos rutinarios de calificación media en los Estados Unidos disminuyó en relación con los empleos de calificación baja o más alta. Sin embargo, en estudios recientes, Graetz y Michaels (2015) y Timmer, Los y de Vries (2015) evalúan el impacto de la robotización y la globalización en los empleos durante los años noventa y 2000 y confirman los resultados para los Estados Unidos, pero encuentran pruebas limitadas de una polarización general del empleo en otros lugares.

La polarización del empleo también se puede observar mundialmente, principalmente cuando la evolución tecnológica ocurre de manera desigual, con un rezago por parte de los países de bajos ingresos. Por ejemplo, los niveles de evolución tecnológica siguen siendo bajos en la mayoría de los países africanos, y solo unos cuantos han podido transformar sus economías al dinamizarlas mediante la actualización tecnológica. Los hechos indican que cada país tiene diferentes patrones de cambio en la diversidad de las ocupaciones. Si bien en algunos países la proporción de empleos de calificaciones e ingresos altos y medios aumenta, en otros se observa una polarización del empleo, como se ha definido previamente, y en otros hay simplemente un aumento de la proporción de los empleos de calificaciones e ingresos medios (OIT, 2015).

¿Cómo podemos enfrentar los ajustes económicos y sociales de la actualización tecnológica?

El proceso dinámico de la evolución tecnológica y de la innovación no ocurre de manera aislada ni de forma predeterminada y supone varios ajustes económicos y sociales que pueden afectar de manera desproporcional a ciertos trabajadores, empresas y comunidades (y en algunos casos, países y regiones). La experiencia indica que el resultado de los cambios tecnológicos depende de cómo se manejen estos procesos de adaptación y de si estos incluyen o no apoyo a las comunidades y a los trabajadores desplazados (incluida la capacitación y el apoyo a los ingresos) e incentivos para emprendimientos para las empresas. Estos procesos suelen ser complejos y requieren una gran cantidad de recursos, pero generalmente no se sopesa adecuadamente que ocurrirán tales ajustes.

Los nuevos perfiles de tareas para los puestos de trabajo y las nuevas ocupaciones pueden cambiar en gran medida la naturaleza de las habilidades que se requieren para la producción y la innovación. Esto exige que los sistemas de educación y capacitación, las empresas y las familias provean las habilidades que se requerirán en el futuro, y que promuevan el desarrollo de una serie de competencias diversas y complejas en el mercado de trabajo. En principio, los trabajadores necesitan adquirir las habilidades adecuadas para poder ser contratados y adaptarse rápidamente a las diferentes calificaciones requeridas.

Tales competencias están relacionadas con conocimientos técnicos, pero también con habilidades básicas como la creatividad, la imaginación, la apertura a nuevas ideas y habilidades sociales y de comunicación. Sin embargo, en un contexto de cambio tecnológico rápido,

se desconocen muchas de las habilidades específicas que se necesitarán en el futuro, o son inciertas. Los sistemas de educación y capacitación enfrentan el reto de reducir este riesgo y mejorar la flexibilidad de los trabajadores y la transferibilidad de sus calificaciones.

También se requieren políticas de transformación productiva para promover la diversificación de las empresas con nuevos productos e industrias. El debate reciente sobre la transformación productiva resalta principalmente la función de las dinámicas industriales, los efectos macroeconómicos y las innovaciones sobre el cambio estructural para promover la creación de buenos empleos (Salazar-Xirinachs, Nübler, Kozul-Wright, 2014). Los modelos económicos también muestran que para que haya un crecimiento sostenido en la productividad y buenos empleos es necesario que la economía se diversifique, que aumenten las actividades de alta tecnología, y que haya un crecimiento dinámico en la demanda nacional e internacional (Astorga, Cimoli y Porcile, 2014).

Un mensaje fundamental es que los mercados solos no pueden impulsar este complejo proceso de ajuste relacionado con los cambios tecnológicos y que las políticas e instituciones proactivas y deliberadas del gobierno son fundamentales para apoyar estos procesos. La evidencia indica que los países asiáticos que lograron recuperarse transformaron su estructura industrial para favorecer a los sectores de alta tecnología y de mayor elasticidad en la demanda. Para lograrlo, implementaron políticas en la industria, el comercio, la inversión, la educación y la capacitación, así como políticas macroeconómicas y relacionadas con el mercado de trabajo lo que permitió generar procesos de aprendizaje, de transformación productiva y de creación de puestos de trabajo. Muchos países latinoamericanos, y también africanos, no han podido generar dinámicas de cambio estructural para mejorar su productividad y aumentar los puestos de trabajo. La experiencia reciente muestra una vez más que los países asiáticos han usado la integración en las cadenas de valor mundiales como un medio para aumentar la complejidad de su economía, mientras que los países latinoamericanos siguieron una estrategia que la redujo (Nübler, Kümmitz y Rubínová, 2016).

También es importante notar que el cambio tecnológico ocurre en ciclos largos, y que las fases de innovaciones para mejorar la productividad y de supresión de puestos de trabajo están seguidas por fases de innovaciones de productos que crean nuevos bienes y servicios básicos e impulsan lo que Perez ha denominado una “Era de Oro de creación de empleos”. Esta segunda fase siempre ha llevado a innovaciones interconectadas – “...innovaciones técnicas, organizacionales y gerenciales... lo que abre una amplia gama inusual de oportunidades de inversión y de ganancia”. Esta es la fase en la que las empresas crean valor mediante el desarrollo de nuevos productos y mercados, y donde las nuevas industrias reemplazan a las industrias predominantes como motores del crecimiento. Nuevamente, los mercados no pueden lograr esta transición; la historia muestra que se trata de una elección sociopolítica. Crear una fase de Era de Oro requiere una transformación fundamental de las economías y esto solo se puede lograr con la transformación de las sociedades, que es básicamente un proceso de aprendizaje colectivo (Nübler, 2016). Con base en su marco de trabajo de recurrencias históricas, Perez (2013) sostiene que actualmente los países están en un momento decisivo en el que tienen que hacer elecciones sociales y políticas, lograr un nuevo consenso social y desarrollar nuevas instituciones para avanzar hacia nuevos patrones de consumo y de producción (Nübler, 2016).

Retos en la distribución de los cambios tecnológicos y las ganancias de la productividad: ¿cuán reales son y cuáles son las políticas?

La innovación tecnológica permite aumentos significativos en la productividad y quizá siga siendo así. En una era de mayor aplicabilidad de la TI y de globalización, es probable que las economías de escala (y los aumentos de la productividad) sean incluso mayores. Sin embargo, como estas ganancias han ido principalmente a los dueños de tales innovaciones, los recientes cambios tecnológicos también han llevado a una mayor desigualdad (OIT 2014, 2015). La polarización del empleo, mencionada previamente, ha aumentado la desigualdad en muchos países, debido a una distribución desigual de las altas ganancias de la productividad derivadas de las innovaciones entre los dueños del capital, trabajadores calificados y no calificados y los

consumidores. Además, es probable que el aumento esperado de las habilidades de los gerentes y, principalmente las habilidades interpersonales, que solo se pueden adquirir mediante la experiencia, contribuyan al aumento de la desigualdad intergeneracional. Por ello, la desigualdad podría aumentar aún más con el avance tecnológico sostenido.

Sin embargo, el nivel actual de desigualdad ya es alto, lo que presenta riesgos económicos y políticos serios (ibíd.) y se ha llegado a un consenso mundial sobre la necesidad de abordar esta división (G20, 2016). Además, es importante observar que la innovación tecnológica, como se ha discutido previamente, es el resultado de los esfuerzos colectivos y acumulados de los individuos y empresas durante generaciones y, por lo tanto, sus beneficios se deberían compartir con todos.

Este también es un aspecto económico importante. La concentración de las ganancias de la productividad entre ciertos grupos económicos (lo que resulta en una mayor desigualdad) puede reducir el consumo general y, por consiguiente, limitar el crecimiento económico. Si esto se combina con el desempleo tecnológico, puede crear déficits considerables en la demanda agregada que, a su vez, podría ser un duro golpe para la economía mundial, dada la persistente debilidad de la demanda agregada desde el inicio de la Gran Recesión. Tal como lo sostuvo Ford (2015, p.190):

“La acelerada tecnología podría amenazar cada vez más los empleos en todas las industrias y en varios niveles de habilidades. Si esta tendencia continúa, tendrá repercusiones importantes en la economía general. La automatización incesante de los empleos y los ingresos podría llevar a la mayoría de los consumidores a carecer de los ingresos y poder adquisitivo necesarios para impulsar la demanda, que es fundamental para el crecimiento económico sostenido”.

Por ello, algunos analistas han recomendado el derecho a ingresos básicos como una contramedida política. Esto garantizaría estándares de vida mínimos para todos, independientemente de su condición laboral y, así, se mantendría la demanda de consumo. Esta idea no es nueva. En los años sesenta, cuando había un gran pesimismo tecnológico, la comisión establecida por el Presidente Johnson observó que la “revolución cibernética” llevó a “un sistema de capacidad de productividad casi ilimitada que requería cada vez menos mano de obra humana” y a la ruptura del “vínculo tradicional entre empleos e ingresos”. Por consiguiente, se propuso que la “sociedad, mediante las instituciones legales y gubernamentales pertinentes, asumiera el claro compromiso de que cada individuo y cada familia recibiera, de pleno derecho, un ingreso adecuado”.

En general, las ganancias de la productividad se suelen distribuir con los trabajadores bajo la modalidad de remuneraciones más altas o una reducción del horario de trabajo. Sin embargo, en los últimos años, las remuneraciones han tendido a estancarse en muchos lugares del mundo (OIT 2014, 2015) y los horarios de trabajo se han reducido muy poco, principalmente para los trabajadores a tiempo completo (OIT, 2011). Por ello, los salarios por horas, que podrían aumentar con tarifas más altas por hora o mediante la reducción del horario de trabajo, han quedado rezagados en relación con la productividad laboral.

En general, una característica importante de la corriente de innovación tecnológica actual que la diferencia de las corrientes anteriores es que avanza a buen ritmo en un contexto en el que la desigualdad ya es alta, los empleos están cada vez más polarizados y el mercado de trabajo está muy segmentado. Dado el riesgo significativo de que estas tendencias empeoren, los debates se deberán centrar principalmente en acciones políticas para abordar la distribución de las ganancias de la productividad.

5. Conclusiones: preguntas clave para los debates futuros

Los cambios tecnológicos han sido un factor determinante de las economías de mercado, y muchas veces han generado opiniones divergentes sobre sus impactos en el trabajo. La cantidad de empleos ha resistido el tecno-pesimismo muchas veces, pero la historia no siempre se repite. De hecho, la corriente actual de los cambios tecnológicos (es decir, la Cuarta Revolución Industrial) incluye varios elementos que podrían hacer que esta vez sea diferente. Sin embargo, los estudios también han identificado nuevas fuentes de creación de puestos de trabajo que podrían compensar la pérdida de empleos. Lógicamente, existen diferentes proyecciones sobre la cantidad de empleos en los próximos años, por lo que se tendrán que suscitar debates a partir de un nuevo análisis empírico mediante varias metodologías, con énfasis en este tema que abarca tantos aspectos:

- ¿Cómo se puede lograr el “empleo pleno” en el contexto de los cambios tecnológicos actuales y futuros?²
- Para abordar esta interrogante, es necesario revisar las siguientes preguntas específicas:
 - ¿Qué empleos y ocupaciones están en riesgo? y ¿Cuáles son las potenciales fuentes de creación de puestos de trabajo?
 - Si la pérdida neta de empleos es inevitable, ¿de qué otras maneras se pueden crear puestos de trabajo en la sociedad para lograr el empleo pleno (por ejemplo, la economía del cuidado)?
 - ¿Cómo funcionan estas dinámicas de supresión y creación de puestos de trabajo en el mundo?
 - ¿Qué políticas, tanto en el nivel nacional como en el internacional, pueden ser útiles para alcanzar todo el potencial de la creación de nuevos puestos de trabajo?
 - La transición de las economías hacia industrias nuevas y dinámicas con un gran potencial de crear puestos de trabajo requiere un cambio tecnológico transformador, innovaciones basadas en misiones y un nuevo consenso social. ¿Cómo podría cumplir el diálogo social un papel fundamental para definir este proceso?

Además, la tecnología tiene efectos sumamente importantes sobre la calidad de los empleos, los ajustes económicos y sociales y los retos de la distribución.

En primer lugar, los hechos indican que los cambios tecnológicos actuales pueden empeorar la tendencia actual hacia la polarización del empleo; lo cual podría segmentar aún más el mercado de trabajo, desplazar a la clase media y aumentar la desigualdad de los salarios. Por ello, los debates también se deben centrar en preguntas como:

- ¿Podría evitarse la polarización causada por la tecnología? ¿Qué políticas y cambios institucionales se requieren para enfrentar la polarización del empleo y, en términos más amplios, el deterioro de la calidad del empleo? ¿Serán las políticas de educación y capacitación suficientes?
- ¿Cómo cambiarán las nuevas tecnologías la naturaleza de los empleos en las distintas ocupaciones y en los diferentes niveles? ¿Cuáles serán las características que definan los nuevos puestos de trabajo y, lo más importante, serán percibidos como empleos de calidad?

En segundo lugar, los cambios tecnológicos no ocurren de manera aislada ni de forma mecánica, sino que requieren varios ajustes económicos y sociales. La experiencia indica que el resultado de los cambios tecnológicos y la naturaleza de las innovaciones dependen de cómo se manejen estos procesos de ajuste. Por ello, se requieren debates que se centren principalmente en:

2. La Declaración de Filadelfia de la OIT (1944) reconoce explícitamente lograr el “pleno empleo” como obligación solemne de la OIT. Esto se ve reflejado en el Convenio sobre la política del empleo (núm. 122) que compromete a los futuros Estados ratificantes a “formular y llevar a cabo, como un objetivo de mayor importancia, una política activa destinada a fomentar el pleno empleo, productivo y libremente elegido”.

- ¿Cuáles son las buenas prácticas y qué capacidades se requieren para manejar este proceso de ajuste? ¿Cuáles son los elementos clave para tener éxito, principalmente en términos de articular una gran variedad de políticas del mercado de trabajo, políticas de educación y capacitación, políticas industriales y políticas macroeconómicas?
- ¿Cómo tendremos que redistribuir el empleo dentro de la fuerza de trabajo y ajustar el horario de trabajo ante la supresión neta de puestos de trabajo? ¿Cuáles son los modelos innovadores y qué podemos aprender de la experiencia pasada?

En tercer lugar, los cambios tecnológicos actuales han creado grandes aumentos en la productividad que, hasta la fecha, han empeorado la desigualdad de ingresos. Dado el riesgo económico y político existente de que la desigualdad aumente, la forma en la que se aborde el reto de distribuir las ganancias de la productividad será un factor importante para definir el futuro del trabajo y de la sociedad. Por ello, será necesario iniciar debates que se centren en:

- ¿Cómo podemos manejar la (re)distribución de las ganancias de la productividad para reducir la desigualdad y, al mismo tiempo, mantener el poder adquisitivo y la demanda para fortalecer los efectos de compensación, el crecimiento económico sostenido y la creación de puestos de trabajo?
- ¿Cómo pueden las políticas fiscales y salariales ser instrumentos eficaces para distribuir los aumentos de la productividad con los consumidores y emprendedores creativos?
- ¿Necesitamos acaso una nueva forma de pensar sobre la distribución de los ingresos con un “cambio de paradigma” (por ejemplo, los ingresos básicos)?

REFERENCIAS

Accenture Technology, 2014. "Driving unconventional growth through the industrial internet of things", <https://www.accenture.com/ch-en/labs-insight-industrial-internet-of-things>, Accenture.

Acemoglu, D.; Restrepo, P.; 2016. *The race between machine and man: Implications of technology for growth, factor shares and employment*, NBER Working Paper No. 22252, Issued in May 2016, National Bureau of Economic Research, 1050 Massachusetts Ave., Cambridge, MA.

Arntz, M. G. ; Zierahn, U. 2016. *The Risk of Automation for Jobs in OECD countries: A comparative Analysis*, OECD, Social, Employment and Migration Working Papers No 189, Paris, OECD Publishing.

Autor, D. H.; Levy, F.; Murnane, R. J. 2003. "The skill content of recent technological change: An empirical exploration", in *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 118, Issue 4, pp. 1279-1333.

Autor, D. H.; Handel, M. J. 2013. "Putting tasks to the test: Human capital, job tasks, and wages", *Journal of Labor Economics*, Chicago, Ill, University of Chicago Press.

Autor, D.H. 2015: "Why are there still so many jobs? The History and future of workplace automation" in *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29, No. 3, pp. 3-30.

Astorga,R.; Cimoli, M.; Porcile, G. 2014. *The role of industrial and exchange rate policies in promoting structural change, productivity and employment*, in Salazar-Xirinachs et al. 2014, ILO, Geneva.

Bowen, H. R., Chairman. 1966. *Report of the National Commission on technology, automation and economic progress*, Volume I., Washington, U.S. Government Printing Office.

Brown, P.; Lauder, H.; Ashton, D. 2011. "The global auction: The broken promises of education, Jobs, and Incomes", Oxford, Oxford University Press.

Brynjolfsson, E.; McAfee, A. 2014. "The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies", W. W. Norton & Company Inc Publishers, New York.

Chang, J. H.; Huynh, P.; Rynhart, G. 2016. *ASEAN in transformation. The Future of jobs at risk in automation*, Bureau for Employers' Activities (ACT/EMP), Working Paper No.19, ILO, Geneva.

Cheon, B.Y. 2014. "Skills development strategies and the high road to development in the Republic of Korea", in *Transforming Economies: Making industrial policy work for growth, jobs and development*, in: Salazar-Xirinachs, J.M.; Nübler, I. and Kozul Wrigth R., ILO, Geneva.

Frey, C. B. and Osborne, M. A. 2013. *The future of employment: How sceptible are jobs to computerisation?* Working Paper No. 7, Oxford Martin School, University of Oxford, 34 Broad Street, Oxford, UK.

Frey, C. B. 2016. "Creative destruction at work", Project syndicate, 4 Washington Square Village, New York, www.project-syndicate.org.

Ford, M. 2015. "The rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future", Basic Books, 250 W. 57th St., New York.

G20, 2016. Labour and Employment Ministerial Meeting Declaration, "Innovation and Inclusive Growth: Decent Work Enhanced Employability and Adequate Job Opportunities", Beijing.

Gordon, R. J. 2016. "The rise and fall of American growth: The U.S. standard of living since the Civil War", Princeton, NJ, Princeton University Press.

Graetz, G.; Michaels, G. 2015. *Robots at work*, LSE Centre for Economic Performance, CEP Discussion Paper No 1335, March 2015, LSE, London.

International Labour Office, 1957. The Report of the Director-General: *Part 1 – Automation and other technological developments* (Geneva).

International Labour Organization, 1972. International Labour Conference 57th Session Geneva: *Labour and Social Implications of Automation and Other Technological Developments*, Geneva.

ILO. 1990. "International Standard Classification of Occupations: ISCO-88", Geneva.

- ILO. 2014. "Wages and Income Inequality", Global Wage Report, Geneva. ILO. 2015a. Report of the Director-General, ILC, 104th Session, 2015: *The Future of Work Centenary Initiative* (Geneva).
- ILO. 2015b. *Employment and new technologies: Opportunities for Africa's youth*, Background note, African Regional Meeting, 30 November – 3 December 2015, Addis Ababa.
- ILO. 2015c. *G20 Employment Working Group: Inequality in G20 countries: Causes, impacts, and policy responses*, Korea Institute for International Economic Policy, ILO Geneva. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/meetingdocument/wcms_398847.pdf.
- Keynes, J.M. 1930: "Economic possibilities for our grandchildren", in *The Nation*, The Nation Company, L.P., New York.
- Nübler, I. 2014. "A theory of capabilities for productive transformation: Learning to catch up", *Transforming Economies: Making Industrial Policy Work for Growth, Jobs and Development*, in: Salazar-Xirinachs, J.M., Nübler, I. and Kozul-Wright, R., ILO, Geneva.
- Nübler, I. 2016. *New technologies: A job-less future or a Golden Age of job creation?* Working paper 13, Research Department, ILO, Geneva.
- Nübler, I.; Kümmritz, V.; Rubínová, S. 2016 (forthcoming). *GVCs and economic complexity– a comparative analysis of China, South East Asia and Latin America*, Working paper. Geneva, ILO, Research Department.
- Paus, E. 2014. *Industrial development strategies in Costa Rica: When structural change and domestic capability accumulation diverge*, in: Salazar-Xirinachs, Nübler and Kozul-Wright 2014, Geneva, ILO.
- Perez, C. 1983. *Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems*, Futures (ISSN 0016-3287), 15 (5), Elsevier, Amsterdam.
- Perez, C. 2002. "Technological revolutions and financial capital: The dynamics of bubbles and golden ages", Edward Elgar Publishing Ltd, The Lypiatts, Cheltenham.
- Perez, C. 2013. "Financial bubbles, crises and the role of government in unleashing golden ages", Working Paper Finnov No. 2-2012, in: Pyka A. and Burghof H.P., Innovation and Finance, Routledge, London.
- Piketty, T. 2014. "Capital in the Twenty-First Century", Boston, Mass. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Posner, S. 2011. "Leisure time and technology", EGO - European History Online, Leibniz Institute of European History (IEG), Mainz. <http://ieg-ego.eu/en/threads/crossroads/technified-environments/stefan-posner-leisure-time-and-technology>.
- Salazar-Xirinachs, J.M., Nübler, I. and Kozul-Wright, R., *Transforming Economies: Making Industrial Policy Work for Growth, Jobs and Development*, ILO, Geneva.
- Schwab, K. 2015. "The Fourth Industrial Revolution", in *Foreign Affairs*, World Economic Forum, Geneva. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>, and e-book http://www3.weforum.org/docs/Media/KSC_4IR.pdf.
- Solow, R. 1957. "Technical change and the aggregate production function" in *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320, Boston, Mass, MIT Press.
- Spezia, V; Vivarelli, M, 2000. "The analysis of technological change and employment", *The Employment Impact of Innovation. Evidence and Policy*, eds. M. Vivarelli, M. Pianta, Routledge, London.
- Susskind, R.; Susskind, D. 2015. "The Future of the Professions", Oxford, Oxford University Press.
- The Economist, 2015. *Technology Quarterly*, "Made to measure", May 30th 2015, p.1.
- Timmer, M.P. ; Los, B. ; de Vries, G.J. 2015. *Incomes and jobs in global production of manufactures*, Groningen Growth and Development Centre, Faculty of Economics and Business, (University of Groningen).
- Vivarelli, M. 2007. *Innovation and employment: A Survey*, IZA Discussion Paper No. 2621, Institute for the Study of Labor, Bonn.