



Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

Distr. general
2 de septiembre de 2019
Español
Original: inglés

Junta de Comercio y Desarrollo
Comisión de la Inversión, la Empresa y el Desarrollo
11º período de sesiones
Ginebra, 11 a 15 de noviembre de 2019
Tema 5 del programa provisional

Transformación estructural, cuarta revolución industrial y desigualdad: desafíos para las políticas de ciencia, tecnología e innovación

Nota de la secretaría de la UNCTAD

Resumen

La transformación estructural es un proceso clave en el desarrollo económico. Sin una mejora de su capacidad productiva y una transferencia de recursos hacia sectores de mayor productividad, los países no podrán cumplir los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En casos precedentes, la transformación estructural dio lugar a un crecimiento de la productividad y del empleo y a un aumento de los salarios, lo que creó las condiciones para una distribución de los ingresos más equitativa. Pero la que se ha dado en denominar industria 4.0 (o cuarta revolución industrial), impulsada por tecnologías de vanguardia como la inteligencia artificial y la robótica, puede cambiar las reglas del juego para los países que emprenden el camino de la industrialización. Ante el desplazamiento de trabajadores desde los sectores de baja productividad, una mayor automatización puede reducir las oportunidades de estos para encontrar empleos dignos y ejercer una presión a la baja sobre los salarios. Esos efectos pueden verse acentuados por los mayores niveles de concentración del mercado que se están evidenciando en las industrias digitales. La consecuencia posible es que las ventajas de cualquier aumento de productividad recaigan en los propietarios de un puñado de empresas y la distribución de los ingresos llegue a distorsionarse hasta un grado incompatible con la estabilidad social.

En la presente nota se examina cómo pueden las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) orientar el cambio tecnológico y la implantación de la tecnología en los mercados. Facilitando la diversificación económica y una difusión más amplia de la tecnología, esa orientación y la implantación de tecnología ampliarán los beneficios asociados a la industria 4.0, de modo que también incluyan la creación de empleo, aumentos salariales y la satisfacción de necesidades sociales aún no cubiertas. En la nota también se examina el papel de la cooperación internacional en el fomento de la capacidad de los países para formular y aplicar políticas de CTI que aprovechen el potencial de la cuarta revolución industrial con el fin de lograr un desarrollo inclusivo y sostenible.



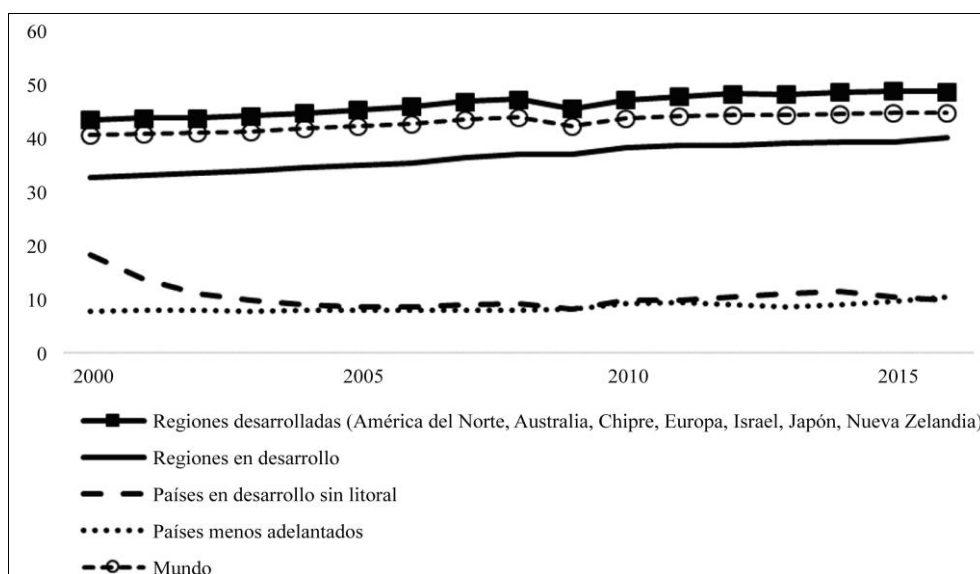
I. Introducción

1. La transformación estructural consiste en la transferencia de factores de producción —como la tierra, el trabajo y el capital— desde actividades y sectores de baja productividad y escaso valor añadido hacia otras de mayor productividad y valor añadido, que suelen ser diferentes en cuanto a su localización y organización, así como desde el punto de vista tecnológico. Una mayor productividad permite mejorar el nivel de vida, lo que convierte a esa transformación en un proceso fundamental del desarrollo económico¹. La transformación estructural ha supuesto un desplazamiento de las economías desde actividades caracterizadas por salarios bajos y rendimientos decrecientes —generalmente asociadas a la agricultura— hacia actividades mejor remuneradas y con rendimientos crecientes, como la fabricación. Históricamente, las transformaciones estructurales han propiciado un aumento del empleo y de los salarios, creando así las condiciones para una distribución de los ingresos más equitativa. La industria 4.0, impulsada por tecnologías de vanguardia, como la inteligencia artificial, la robótica y la fabricación inteligente, puede cambiar las reglas del juego para los países que deseen emprender el camino de la industrialización. La tecnología de vanguardia está evolucionando rápidamente, de modo que el cambio tecnológico podría ampliar la brecha tecnológica y, por ende, la desigualdad entre los países. La rapidez de los cambios de las tecnologías de vanguardia también puede dificultar a los trabajadores y los responsables de la formulación de políticas sociales la gestión de las transiciones en el mercado laboral, y aumentar de ese modo las desigualdades dentro del ámbito nacional.

2. Los países solo podrán cumplir los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible si aprovechan óptimamente sus capacidades productivas transfiriendo recursos a sectores de mayor productividad. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 fija el incremento de la productividad como objetivo de esa transición. Sin embargo, el valor añadido de los sectores de alta productividad, en particular la fabricación, sigue siendo bajo en los países menos adelantados y en los países en desarrollo sin litoral, y se aleja incluso de otros grupos de países. Estas diferencias de valor añadido conducen a una disparidad en la evolución de la productividad y la brecha tecnológica (véase la figura).

Indicador 9.b.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Proporción del valor añadido de la industria de tecnología media y alta en el valor añadido total, regiones seleccionadas, 2000 a 2015

(En porcentaje)



Fuente: Base de Datos Mundial de Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

¹ UNCTAD, 2018a, *Informe sobre los Países Menos Adelantados, 2018: Emprendimiento para la transformación estructural: más allá de los métodos habituales* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta S.18.II.D.6, Nueva York y Ginebra).

3. Además, la automatización, alimentada por la rápida evolución de la inteligencia artificial y la robótica, puede destruir empleo en una primera oleada de efectos. Si bien es probable que se creen nuevos puestos de trabajo, su número podría ser menor, y quizá requiera tiempo. Este proceso podría desplazar a trabajadores y ejercer presión a la baja sobre los salarios. Pero el impacto de la cuarta revolución industrial en la distribución del ingreso y la desigualdad no se deberá únicamente al cambio tecnológico. Los efectos en la desigualdad también dependerán de una combinación de factores económicos, políticos y normativos. Por ejemplo, el acceso a la educación, las opciones fiscales y de gasto público y las instituciones del mercado laboral pueden incidir en las repercusiones para diferentes grupos de la sociedad.

4. En la presente nota se examina la forma en que las políticas de CTI pueden guiar y apoyar el cambio tecnológico y la implantación de tecnología para facilitar la diversificación económica y una difusión tecnológica más generalizada a fin de reducir las desigualdades. La política de CTI podría contribuir a ampliar los beneficios de la cuarta revolución industrial, sumando la creación de empleo, aumentos salariales y la satisfacción de necesidades sociales no cubiertas. Asimismo, en la nota se examina el papel de la cooperación internacional en la apertura de un diálogo sobre los recientes cambios tecnológicos y el fomento de la capacidad de los países para formular y aplicar políticas de CTI que aprovechen el potencial de la industria 4.0 con miras a un desarrollo inclusivo y sostenible.

II. El papel de la tecnología y la innovación en la transformación estructural y la cuarta revolución industrial

A. El papel de la tecnología y la innovación en la transformación estructural

5. En muchas regiones en desarrollo, la transformación estructural siguió pautas similares y dio lugar a un crecimiento de la productividad, del empleo y de los salarios, creando así las condiciones para una mayor prosperidad y mejoras en el acceso a muchos bienes públicos, incluidos la salud y la educación, que son fundamentales para la equidad social. La industrialización ha sido un elemento clave en el proceso de transformación estructural, dado el potencial de incremento de la productividad en la fabricación y los aumentos de salarios asociados que a menudo se extienden a otros sectores de la economía cuando se reduce el excedente de mano de obra en la agricultura. Este patrón clásico de la transformación estructural se puso especialmente de manifiesto en Asia Oriental, donde concurrió con un rápido crecimiento industrial². Ha habido un debate sobre la importancia que puede seguir seguido teniendo la fabricación para la transformación estructural, en el que desde puntos de vista diversos se sostiene que los servicios pueden impulsar este proceso.

6. Históricamente, la transformación estructural ha consistido sobre todo en una transición desde la agricultura hacia la industria manufacturera. Pero en amplios sectores económicos —agricultura, minería, industria y servicios, por ejemplo— pueden quedar ocultas considerables diferencias de productividad entre actividades específicas. Por tanto, más recientemente, se considera que la transformación estructural comporta no solo desplazamientos entre sectores, sino también intrasectoriales, hacia actividades que son más intensivas en conocimiento y generan un mayor valor añadido. En esta definición de transformación estructural, que es más amplia, las nuevas tecnologías y la innovación son factores clave que impulsan el desarrollo de nuevos productos, procesos, métodos

² UNCTAD, 2016, *Informe sobre el Comercio y el Desarrollo, 2016: La transformación estructural al servicio de un crecimiento inclusivo y sostenido* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta S.16.II.D.5, Nueva York y Ginebra).

organizativos y mercados³. Estos productos más complejos pueden encontrarse en cualquier sector (por ejemplo, en la agricultura y los servicios), no solo en la fabricación. En ese sentido, el cambio estructural es esencial tanto para los países en desarrollo como para los desarrollados, ya sea para ponerse al día en el caso de los primeros o de mantenerse en la vanguardia tecnológica, en el de los segundos.

7. La modernización de la producción y su diversificación son, en última instancia, resultado de la innovación tecnológica, que a menudo adopta la forma de emulación de los líderes mundiales en tecnología. En un principio, este aprendizaje tecnológico basado en la emulación implica la realización de tareas de copia directa y retroingeniería, seguidas de modificaciones marginales de productos y procesos. Esta pauta se observó durante las primeras etapas del proceso de desarrollo en países como el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, los Estados Unidos de América, el Japón y, más recientemente, China y otras economías emergentes. El éxito de ese aprendizaje tecnológico basado en la emulación fue posible gracias a la capacidad de absorción de los respectivos países. La capacidad de absorción depende de la trayectoria. La acumulación de conocimientos tecnológicos en el pasado influye en el potencial de absorción de nuevos conocimientos en el futuro⁴.

8. En la bibliografía sobre el cambio estructural se hace hincapié en la idea de que algunos sectores son más propicios para el desarrollo económico futuro que otros⁵. Al mismo tiempo, la diversificación depende de la trayectoria. Es probable que la capacidad de producción actual de un país influya en lo que el país vaya a producir en el futuro. En estudios recientes se han creado mapas espaciales de productos que ilustran esta dependencia de la trayectoria⁶. Estos mapas muestran que algunos productos están mejor conectados con otros. Por tanto, la tecnología empleada y la innovación en esos productos pueden facilitar más innovación en el futuro. En cambio, hay productos que son como un callejón sin salida: es poco probable que las capacidades productivas y tecnológicas que requieren sean útiles para el desarrollo de nuevos productos, por lo que no dan lugar a más innovación ni diversificación. Una vez que un país tiene capacidad de producirlos, le resulta difícil aprovecharla para otro tipo de producción. Así pues, las políticas para la transformación estructural tienen que fijar el rumbo de la innovación.

B. Industria 4.0: situación y tendencias

9. Cuando se habla de industria 4.0, se hace referencia al uso creciente de la automatización y el intercambio de datos en la fabricación —una tendencia actual— para dar lugar a sistemas de producción inteligentes y conectados⁷. Es uno de los principales impulsores de la cuarta revolución industrial. La industria 4.0 se asocia a una mayor digitalización en la fabricación a través de la conectividad, la Internet de las cosas en la industria, la recopilación y el análisis de macrodatos, las nuevas formas de interacción entre humanos y máquinas, y las mejoras en el uso de instrucciones digitales gracias a la robótica y la impresión tridimensional (3D).

10. En el cuadro 1 se presenta el estado actual de varias tecnologías de vanguardia asociadas a la industria 4.0. La inteligencia artificial es la más prolífica en cuanto al número de publicaciones y colecciones de patentes. La Internet de las cosas es la que tiene un

³ UNCTAD, 2014, *Informe sobre los Países menos Adelantados, 2014. Crecimiento con transformación estructural: Una agenda para el desarrollo después de 2015* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta S.14.II.D.7, Ginebra).

⁴ M. Cimoli, G. Dosi y J. E. Stiglitz, 2009, “The political economy of capabilities accumulation: The past and future of policies for industrial development”, en M. Cimoli, G. Dosi y J. E. Stiglitz, eds., 2009, *Industrial Policy and Development: The Political Economy of Capabilities Accumulation*, Oxford University Press, Oxford.

⁵ Por ejemplo, véase R. Prebisch, 1959, “Commercial policy in the underdeveloped countries”, *The American Economic Review*, núm. 49, págs. 251 a 273.

⁶ C. A. Hidalgo, B. Klinger, A. L. Barabási y R. Hausmann, 2007, “The product space conditions the development of nations”, *Science*, vol. 317, núm. 5837, págs. 482 a 487.

⁷ Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2017, *Accelerating Clean Energy through Industry 4.0: Manufacturing the Next Revolution*, Viena.

mayor mercado, en parte debido a la amplia gama de componentes que abarca la tecnología (que incluye *software*, servicios, conectividad y dispositivos) y a las aplicaciones industriales a gran escala (la Internet de las cosas en la industria). Le siguen las tecnologías de inteligencia de datos (o macrodatos), la robótica, la inteligencia artificial, la impresión 3D y los servicios móviles de quinta generación (5G).

11. Algunas grandes empresas de Asia, los Estados Unidos y Europa dominan el mercado de las tecnologías de vanguardia, como la inteligencia artificial, la Internet de las cosas y los macrodatos, gracias a su oferta de plataformas “todo en uno” que incluyen *hardware*, soluciones de almacenamiento, servidores, espacios para centros de datos, componentes de red, *software* y plataformas en la nube. Dado que, para ahorrar costes, cada vez son más los usuarios que prefieren recurrir a servicios de pago por uso de estos proveedores en lugar de crear sus propios sistemas, la concentración de las cuotas de mercado y los beneficios aumentan en la medida en que a los actores cuyas ofertas de servicios son más limitadas les resulta difícil competir.

Cuadro 1
Situación de las tecnologías de vanguardia

Criterios	Inteligencia artificial	Internet de las cosas	Macrodatos	5G	Impresión 3D	Robótica
Publicaciones	330 471	51 625	58 500	5 132	13 980	212 382
Recopilación de patentes	38 486	24 654	7 986	3 174	10 270	8 024
Precio	Herramienta de detección de fraudes relacionados con seguros: 100.000 a 300.000 dólares Chatbots: 30.000 a 250.000 dólares	Monitores electrocardiográficos: 3.000 a 4.000 dólares Automatización de edificios y viviendas: a partir de 50.000 dólares	Creación y mantenimiento de un almacén de datos de 40 terabytes: 880.000 dólares al año	De 10 a 20 dólares más al mes que 4G	De 200 a 100.000 dólares	Robots industriales: De 25.000 a 400.000 dólares Robots humanoides: de 500 a 2.500.000 dólares
Tamaño del mercado	16.060 millones de dólares (2017)	130.000 millones de dólares (2018)	31.930 millones de dólares (2017)	608,3 millones de dólares (2018)	9.900 millones de dólares (2018)	31.780 millones de dólares (2018)
Principales productores	Alphabet, Amazon, Apple, International Business Machines (IBM), Microsoft	Alphabet, Amazon, Cisco, IBM, Microsoft, Oracle, PTC, Salesforce, SAP [Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos] (plataforma de Internet de las cosas en nube)	Alphabet, Amazon, Dell Technologies, Hewlett Packard Enterprise, IBM, Microsoft, Oracle, SAP, Splunk, Teradata (plataformas de almacenamiento, análisis)	Proveedores de equipos de red: Ericsson, Huawei, Nokia, ZTE Fabricantes de chips: Huawei, Intel, MediaTek, Qualcomm, Samsung Electronics	3D Systems, ExOne, Hewlett Packard Enterprise, Materialise, Stratasys	Robots industriales: ABB, FANUC, KUKA, Mitsubishi Electric, Yaskawa Electric Robots humanoides: Hanson Robotics, Pal Robotics, Robotis, SoftBank Robotics
Principales usuarios	Comercio minorista, banca, fabricación discreta	Consumidores, seguros, proveedores de asistencia sanitaria	Banca, fabricación discreta, servicios profesionales	Suministradores de energía, fabricación, seguridad pública	Fabricación discreta, asistencia sanitaria, educación	Fabricación discreta, fabricación por procesos, industrias de recursos

Fuente: UNCTAD, de próxima publicación, *Informe sobre Tecnología e Innovación 2020*. Los datos sobre colecciones de patentes y publicaciones abarcan el período comprendido entre 1996 y 2018 y se obtuvieron de la base de datos Elsevier Scopus y de la base de datos Patentscope de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, respectivamente.

Notas: El tamaño del mercado se define como el total de ingresos de un segmento. Los principales productores son las empresas que más comúnmente se mencionan en las búsquedas en línea como principales actores. Se identificó a los principales usuarios sobre la base del gasto en un año determinado en todo el mundo en tecnologías, excepto en 5G, caso en que se emplearon estimaciones.

III. El impacto potencial de la industria 4.0 en la transformación estructural y la desigualdad

12. Es probable que la industria 4.0 repercuta tanto directa como indirectamente en la desigualdad. En primer lugar, el hecho de que las aplicaciones digitales que constituyen la industria 4.0 funcionen esencialmente en red propicia cada vez más un mundo en el que los ganadores se lo llevan todo, provocando una gran concentración del mercado. Esa concentración brinda oportunidades para que unas pocas empresas aumenten sus márgenes de beneficio, lo que, combinado con el poder monopsonico en el mercado laboral, puede contribuir a que el capital gane peso en la distribución de la renta a expensas del trabajo. Los empleos repetitivos pueden ir desapareciendo con la automatización, y hasta la mano de obra calificada puede perder terreno frente a la inteligencia artificial y los macrodatos. La industria 4.0 también puede afectar indirectamente al empleo en los países menos industrializados y más intensivos en mano de obra a través de cambios en las pautas de comercio y especialización, lo que podría influir en las estrategias de industrialización de los países y en sus esfuerzos por llevar a cabo una transformación estructural.

A. Repercusiones en la concentración del mercado y en los beneficios

13. La industria 4.0 puede incidir en la concentración del mercado y los beneficios por sus efectos de red y de escala. Un reducido número de empresas tecnológicas con acceso a grandes cantidades de datos y financiación, por ejemplo, pueden lograr dominar ciertas tecnologías y mercados introduciendo sus datos en aplicaciones de inteligencia artificial de gran capacidad y adquiriendo jóvenes empresas innovadoras antes de que puedan convertirse en competidores potenciales⁸. La concentración del mercado es un fenómeno común en el caso de muchas de las tecnologías enumeradas en el cuadro 1 y se refleja en la elevada cuota de mercado y rentabilidad de las pocas empresas dominantes. Este poder de mercado es a menudo consecuencia directa de la innovación, dado que las rentas schumpeterianas (los beneficios comparativamente mayores que obtienen los innovadores al ser los únicos proveedores de un nuevo producto o servicio) constituyen un incentivo esencial para la innovación de productos. En particular, se prevé que la innovación de procesos en la industria 4.0 reemplace a trabajadores y reduzca así costos y, potencialmente, precios, de manera que podrían ampliarse aún más las cuotas de mercado y los beneficios, lo que se traduciría en mayor desigualdad entre las empresas.

14. No obstante, la distribución del ingreso en una sociedad depende de una combinación de factores históricos, económicos y políticos. Los marcos sociales y económicos en los que operan las sociedades y la forma en que los diferentes actores y grupos sociales negocian sobre cuestiones relativas a la distribución a través del proceso político pueden aumentar o reducir las desigualdades. Las políticas fiscales, por ejemplo, podrían abordar las prácticas de optimización fiscal de algunas grandes empresas multinacionales dominantes. Las pensiones o los servicios sociales pueden financiarse con retenciones sobre los salarios o con impuestos sobre la intensidad de carbono de los productos, medidas que tienen consecuencias distintas en el empleo y la distribución del ingreso. Las políticas sobre la competencia deben ser activas y vigilantes y han de actualizarse periódicamente para hacer frente a los problemas que tienen las empresas por los obstáculos a la entrada en el mercado, la colusión de precios, la gran asimetría en el acceso a la información y otras nuevas formas de prácticas anticompetitivas⁹.

⁸ Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2018, *Industry 4.0: The Opportunities behind the Challenge*, Viena.

⁹ UNCTAD, 2018b, *Informe sobre el Comercio y el Desarrollo, 2018: El poder, las plataformas y la quimera del libre comercio* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: S.18.II.D.7, Nueva York y Ginebra).

B. Repercusiones en el empleo

15. La industria 4.0 puede influir en el empleo en los países desarrollados y en desarrollo. La mayoría de los estudios a este respecto se han centrado en las economías más avanzadas. Por ejemplo, algunas estimaciones sugieren que, en los Estados Unidos, una gran parte de los puestos de trabajo corren el riesgo de desaparecer por la automatización en los próximos decenios, en la medida en que las tecnologías digitales sustituyen progresivamente a los seres humanos en el trabajo¹⁰. Otros estudios apuntan a efectos más modestos en todas las ocupaciones (cuadro 2)¹¹. La variación en las estimaciones se atribuye a la diversidad de supuestos, entre otros, la automatización total o parcial de las ocupaciones¹². Algunos estudios sugieren que los efectos negativos de la robotización serán mayores en las regiones de bajos ingresos de las principales economías¹³.

Cuadro 2

Impacto estimado de las tecnologías de la industria 4.0 en el empleo

<i>Estimación</i>	<i>Plazo</i>	<i>Tecnología</i>	<i>Estudio</i>
En los Estados Unidos el 47 % del empleo total corre un alto riesgo de automatización	De 10 a 20 años	Inteligencia artificial y robótica	Frey y Osborne, 2017
El 9 % del empleo total en los Estados Unidos y 21 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) corre un alto riesgo de automatización	De 10 a 20 años	Inteligencia artificial y robótica	Arntz y otros, 2016, 2017
El 50 % de las actividades laborales actuales en todo el mundo podrían automatizarse	En 2055	Inteligencia artificial y robótica	McKinsey Global Institute, 2017 ¹⁴
El 8,5 % de la fuerza laboral manufacturera mundial, sobre todo en las regiones de bajos ingresos de las principales economías, podría perder su empleo	20 años	Robots industriales	Oxford Economics, 2019

Fuente: Recopilación de la UNCTAD.

16. Entre los pocos estudios que se centran en los países en desarrollo, en el Informe sobre Tecnología e Innovación 2018: *Harnessing Frontier Technologies for Development*¹⁵ se afirma que la automatización puede repercutir en el empleo en los países en desarrollo al erosionar su ventaja comparativa en mano de obra poco cualificada abundante y de bajo costo, y reducir las posibilidades del sector manufacturero de absorber grandes excedentes de mano de obra nacional.

17. Por el momento, hay pocos datos sobre el tema. Hoy en día, el uso de robots industriales en el mundo sigue siendo limitado y asciende a menos de dos millones de

¹⁰ C. B. Frey y M. Osborne, 2017, "The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?", *Technology Forecasting and Social Change*, núm. 114, págs. 254 a 280.

¹¹ Por ejemplo, véase M. Arntz, T. Gregory, y U. Zierahn, 2016, "The risk of automation for jobs in OECD Countries: A comparative analysis", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, núm. 189, OECD Publishing, París.

¹² Por ejemplo, véase M. Arntz, T. Gregory y U. Zierahn, 2017, "Revisiting the risk of automation", *Economics Letters*, núm. 159, págs. 57 a 160.

¹³ Oxford Economics, 2019, *How Robots Change the World: What Automation Really Means for Jobs and Productivity*.

¹⁴ McKinsey Global Institute, 2017, *A Future that Works: Automation, Employment and Productivity*, McKinsey Global Institute.

¹⁵ UNCTAD, 2018c, *Technology and Innovation Report 2018, Harnessing Frontier Technologies for Development* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: E.18.II.D.3, Nueva York y Ginebra).

unidades. Los robots se concentran en las industrias automotriz, eléctrica y electrónica, y en unos pocos países, como Alemania, China, los Estados Unidos, el Japón y la República de Corea. Las tareas repetitivas en el sector manufacturero y de servicios están siendo ejecutadas por robots, pero los empleos peor remunerados del sector manufacturero en industrias como la confección de prendas de vestir siguen en gran medida sin verse afectados por la robotización¹⁶.

18. Existe preocupación por que el progreso tecnológico no solo llegue a perturbar los mercados laborales a corto plazo, sino que también pueda reducir la demanda de mano de obra a largo plazo (es decir, que la mano de obra tenga que competir con la máquina)¹⁷. Esto va en contra de la hipótesis previamente aceptada de un cambio tecnológico inclinado hacia las capacidades, en el que la tecnología complementa a los trabajadores cualificados¹⁸. Muchos señalan como prueba de la pérdida de pertinencia de esta hipótesis el reciente fenómeno de la polarización del empleo, en que el cambio tecnológico ha afectado más a los trabajadores con cualificaciones medias de una serie de países desarrollados que a los trabajadores con cualificaciones bajas y altas¹⁹.

19. Según una hipótesis opuesta, se considera el cambio tecnológico desde la perspectiva de la sustitución de las tareas repetitivas²⁰, y se predice un aumento de la demanda de mano de obra en tareas no repetitivas. Se espera que algunas tecnologías de vanguardia beneficien a los trabajadores que realizan tareas no repetitivas, tanto en trabajos manuales como cognitivos, lo que puede afectar tanto a los empleos de alta como a los de baja remuneración. Se espera que los trabajadores que realizan tareas repetitivas deban afrontar más presiones por la existencia de máquinas con una capacidad cada vez mayor y de *software* de inteligencia artificial. Una inteligencia artificial más capaz podría aumentar la polarización de los empleos y la desigualdad salarial, particularmente en muchos países desarrollados.

20. Según la investigación empírica, los efectos de la automatización y los robots en los empleos y los salarios son diversos. Por ejemplo, en un estudio en que se utilizaron datos de panel sobre la adopción de robots en industrias de 17 países entre 1993 y 2007 se determinó que con el aumento del uso de robots no disminuyó significativamente el nivel total de empleo. No obstante, sí que se redujo la proporción de trabajadores con baja cualificación²¹. Otro estudio, en el que se examinaban los mercados laborales locales de los Estados Unidos en el período comprendido entre 1990 y 2007, reveló que el uso creciente de robots industriales tenía repercusiones negativas considerables en el empleo y los salarios²². Por otra parte, en otro estudio en que se utilizaba el mismo diseño empírico, pero aplicado a regiones de Alemania, se hallaron pruebas de los efectos positivos de la automatización en los salarios y de la ausencia de cambios en el nivel total de ocupación, aunque se modificó la composición del empleo²³.

¹⁶ UNCTAD, 2017, *Informe sobre el Comercio y el Desarrollo, 2017: Un New Deal mundial como alternativa a la austeridad* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: S.17.II.D.5, Nueva York y Ginebra).

¹⁷ E. Brynjolfsson y A. McAfee, 2011, *Race against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Digital Frontier Press, Lexington, Massachusetts.

¹⁸ Por ejemplo, véase el estudio en D. Acemoglu y D. Autor, 2011, "Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings", *Handbook of Labour Economics*, núm. 4B, págs. 1043 a 1171.

¹⁹ Por ejemplo, véase M. Goos, A. Manning y A. Salomons, 2014, "Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring", *American Economic Review*, vol. 104, núm. 8, págs. 2509 a 2526.

²⁰ Por ejemplo, véase D. Autor, 2013, "The "task approach" to labour markets: An overview", *Journal for Labour Market Research*, vol. 46, núm. 3, págs. 185 a 199.

²¹ G. Graetz y G. Michaels, 2018, "Robots at work", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 100, núm. 5, págs. 753 a 768.

²² D. Acemoglu y P. Restrepo, 2017, "Robots and jobs: Evidence from US [United States] labour markets", National Bureau of Economic Research Working Paper 23285, Cambridge, Massachusetts.

²³ W. Dauth, S. Findeisen, J. Suedekum, y N. Woessner, 2017, "German robots: The impact of industrial robots on workers", Centre for Economic Policy Research Discussion Paper 12306, Londres.

21. El cambio tecnológico que sustituye las tareas repetitivas podría incidir en las desigualdades en otros ámbitos, como el género y la edad. Por ejemplo, en investigaciones recientes basadas en microdatos y datos sobre el gasto de las empresas en automatización en los Países Bajos entre 2000 y 2006 se muestra que con la automatización aumentan las probabilidades de que los trabajadores dejen sus empresas. Además, se reduce el número de días trabajados. Estos dos factores dan lugar a una pérdida salarial acumulada durante cinco años de alrededor del 8 % de los ingresos anuales, que recae sobre todo y con gran diferencia en los trabajadores de mayor edad y en los de mayor antigüedad en las empresas²⁴. En cuanto al impacto diferencial de la industria 4.0 en el género, en algunos estudios se ha llegado a la conclusión de que las mujeres, en promedio, realizan más tareas repetitivas o codificables (tareas que son más propensas a la automatización) que los hombres en todos los sectores y ocupaciones²⁵. Otros estudios sugieren que la pérdida y la creación potenciales agregadas de empleos para mujeres y hombres son de magnitud similar, pero la composición de los empleos afectados difiere, dado que las mujeres y los hombres no tienen la misma presencia en las distintas ocupaciones²⁶.

C. La industria 4.0 y la brecha tecnológica

22. Un factor determinante para que los países en desarrollo puedan ponerse al día será la difusión de tecnologías de vanguardia asociadas a la industria 4.0 en sus sectores productivos. No obstante, existe una considerable incertidumbre al respecto. Algunas tecnologías de vanguardia, como la computación en la nube y la impresión tridimensional, crean nuevas oportunidades para la innovación, incluso en los países más pobres. Sin embargo, las economías más industrializadas, con una mejor infraestructura y mano de obra cualificada, están disfrutando de una ventaja comparativa en industrias, servicios y segmentos de las cadenas de valor que utilizan tecnologías de vanguardia, lo que podría ampliar la brecha tecnológica entre los países desarrollados y los países en desarrollo.

23. Incluso cuando se adopta este tipo de tecnologías en sectores más tradicionales, en el caso de los países menos industrializados puede no suponer una ventaja. Los países en desarrollo diversifican sus economías emulando industrias que ya existen en otros países más industrializados, lo que requiere la capacidad de absorber las tecnologías y adaptarlas al contexto del país. Esta emulación tiende a ser un proceso gradual, y las industrias que tienen más probabilidades de ser emuladas son las que emplean un conjunto de capacidades que en gran medida se superponen a las que ya utilizan las industrias existentes en la economía. Cuando los países situados en la vanguardia tecnológica aplican las últimas tecnologías para mejorar la producción en sectores tradicionales, están ampliando la brecha tecnológica, lo que dificulta el proceso de emulación para los países menos industrializados.

24. En los países desarrollados también está aumentando la brecha tecnológica entre las empresas de vanguardia y las demás. Estudios realizados recientemente en varios países de la OCDE sugieren que las tecnologías de vanguardia solo se difunden a las empresas medias cuando las empresas de vanguardia nacionales más productivas prueban esas tecnologías y las adaptan a las circunstancias locales²⁷. Eso supone reducir el ritmo de la difusión tecnológica y permite a las empresas de vanguardia conseguir mayores cuotas de mercado y beneficios, lo que contribuye a la desigualdad con efectos directos e indirectos: beneficios y menos empleos de calidad, respectivamente. Políticas tales como las que se orientan a la reglamentación favorable para los mercados de productos, reformas en pro de

²⁴ J. Bessen, M. Goos, A. Salomons y W. van der Berge, 2019, "Automatic reaction: What happens to workers at firms that automate?", Boston University School of Law, Law and Economics Research Paper núm. 19-2.

²⁵ M. Brussevich, E. Dabla-Norris, C. Kamunge, P. Karnane, S. Khalid y K. Kochhar, 2018, Gender, technology and the future of work, International Monetary Fund Staff Discussion Note, SDN/18/07.

²⁶ McKinsey and Company, 2019, *The Future of Women at Work: Transitions in the Age of Automation*, McKinsey Global Institute.

²⁷ D. Andrews, C. Criscuolo y P. Gal, 2016, "The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy", OECD Productivity Working Paper núm. 5.

la competencia e incentivos para una mayor colaboración en investigación y desarrollo pueden facilitar la convergencia de las empresas medianas con las de vanguardia.

25. Además, las actividades de alto valor añadido tienden a concentrarse geográficamente en conglomerados de empresas o “clústeres”, lo que añade una dimensión espacial a la desigualdad. La concentración puede ser aún mayor en el caso de las tecnologías avanzadas de la industria 4.0, como ya ocurre en los Estados Unidos (por ejemplo, Silicon Valley atrae numerosas tecnologías, y muy diversas, pero también hay grandes ciudades, como Portland, especializadas en semiconductores, o Seattle y Boston, en ciencias de la vida)²⁸. El capital mundial de riesgo para financiar la innovación y las empresas emergentes también están muy concentrados, como ilustra el hecho de que solo diez grandes ciudades de todo el mundo atraigan cada año más del 60 % de las inversiones de capital riesgo²⁹. Esa realidad choca con la premisa de que la ubicación geográfica dejaría de ser irrelevante con la llegada de las tecnologías de la información y las comunicaciones. En la política de innovación debe tenerse en cuenta no solo el impacto de las intervenciones en los clústeres y parques industriales, sino también en la desigualdad regional dentro de los países. En ese sentido, una inversión en aptitudes, tecnología e infraestructura que apoyen la distribución geográfica de los recursos y los beneficios puede ser de gran importancia.

IV. Políticas de ciencia, tecnología e innovación en la era de la industria 4.0

26. En algunas formas de innovación contemporánea se han pasado por alto las dimensiones social y ambiental del desarrollo sostenible, lo que ha contribuido a exacerbar las desigualdades. Una cuestión importante para los responsables de la formulación de políticas de CTI en la actualidad es, aparte de la manera de fomentar la innovación, cómo estimular las formas de innovación adecuadas para lograr sociedades más inclusivas e igualitarias, desalentando al mismo tiempo las innovaciones perjudiciales. En esta sección se examinan las políticas de apoyo a la industria 4.0 y los retos en el diseño e implementación de políticas de CTI que tengan en cuenta los posibles efectos sobre la desigualdad. El éxito de la política de innovación es fundamental para una transformación estructural que favorezca el crecimiento y para mantener la competitividad de un país. Sin embargo, un desafío intrínseco de la formulación de políticas de innovación es que sus efectos primarios tienden a agravar la desigualdad en los países. La política de CTI ha de abordar ese riesgo como parte de las políticas de innovación.

A. Promoción del uso, la adopción, la adaptación y el desarrollo de tecnologías asociadas a la industria 4.0

27. Para aprovechar las ventajas que pueda deparar la industria 4.0, los países tienen que adoptar y adaptar tecnologías, así como adquirir conocimientos y difundirlos, lo que supone un reto. Para ello, los países siguen adoptando medidas encaminadas a aumentar la eficacia de sus sistemas de innovación, que en los países en desarrollo suelen ser más débiles y más propensos a sufrir fallos sistémicos y deficiencias estructurales. La UNCTAD ha escrito mucho sobre los sistemas de innovación y el modo de crear un entorno propicio para la CTI³⁰.

28. En el contexto de la industria 4.0, la infraestructura, especialmente de la digitalización y la conectividad, es crucial para que un entorno resulte propicio. Los países

²⁸ E. Moretti, 2012, *The New Geography of Jobs*, Houghton Mifflin Harcourt Publishing, Nueva York.

²⁹ R. Florida e I. Hathaway, 2018, “How the geography of start-ups and innovation is changing”, *Harvard Business Review*, 27 de noviembre, puede consultarse en <https://hbr.org/2018/11/how-the-geography-of-startups-and-innovation-is-changing> (consulta realizada el 28 de agosto de 2019).

³⁰ Véanse, por ejemplo, UNCTAD, 2018c; UNCTAD, 2019, *A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews: Harnessing Innovation for Sustainable Development* (publicación de las Naciones Unidas, Ginebra); UNCTAD, de próxima publicación, *The Impact of Rapid Technological Change on Sustainable Development*.

en desarrollo tienen que desarrollar su infraestructura priorizando el acceso fiable a la electricidad y la conectividad, el acceso asequible a las tecnologías de la información y las comunicaciones y la superación de las brechas de género, generacionales y digitales. Es asimismo importante que las políticas digitales se calibren en función de la disposición de los países a participar en la economía digital y aprovechar las ventajas que pueda ofrecer.

29. Las capacidades para adoptar las tecnologías de la industria 4.0 y adaptarlas a la base productiva existente en los países es otro aspecto clave que deben considerar los responsables de la formulación de políticas. Para adquirir esas capacidades se requiere formación y el desarrollo de habilidades y competencias digitales. Las competencias digitales incluyen aptitudes técnicas, pero también habilidades genéricas y complementarias. Para adaptarse a las nuevas tecnologías se necesitan diferentes tipos de aptitudes digitales. Existen habilidades que son necesarias para la adopción y el uso básico de las tecnologías, para el uso creativo y la adaptación de las tecnologías, y para la creación de otras nuevas³¹.

30. Los países en desarrollo han de contar con las habilidades adecuadas para introducir modificaciones en las nuevas tecnologías asociadas a la industria 4.0. Los programas de enseñanza y capacitación que se centran en las habilidades digitales deben ser inclusivos y accesibles para todos. Otros tipos de competencias varían según los sectores, los países y el nivel de desarrollo industrial. En los países en que el desarrollo de la tecnología sigue en sus primeras etapas, las habilidades técnicas básicas y las habilidades genéricas son las más necesarias. Los países en los que el sector manufacturero domina el crecimiento económico requerirán una fuerza de trabajo que tenga conocimientos especializados en robótica, automatización e Internet de las cosas³². Dado que estas capacidades suelen aprenderse con la práctica, es preciso fomentar un ecosistema de empresas en estos sectores tecnológicos que proporcionen los empleos, la formación y la experiencia que se necesitan para dominar esas tecnologías.

31. La transferencia y difusión de tecnología en la industria 4.0 de los sectores de nuevas tecnologías a los sectores de producción tradicionales aceleran la transformación estructural industrial y la modernización. Los países deben fomentar estos vínculos apoyando la investigación en colaboración y reforzando las asociaciones empresariales. La investigación y las asociaciones empresariales efectivas pueden ayudar a los sectores de producción tradicionales a aprovechar los diferentes canales de difusión de tecnología, como la inversión extranjera directa, el comercio, los derechos de propiedad intelectual, las patentes y el intercambio de conocimientos y experiencias. Esta interrelación y el intercambio de información sobre las necesidades de los consumidores, las posibilidades tecnológicas y las oportunidades para aumentar la competitividad son el motor de la innovación en estas nuevas tecnologías. Si bien la innovación colaborativa puede producirse de manera espontánea, a menudo se requiere que agentes estatales o privados la faciliten activamente, especialmente al afrontar retos sociales y ambientales³³.

32. Por último, los países también podrían crear capacidad para evaluar los efectos de la industria 4.0 desde un punto de vista social, económico y ambiental y que esa evaluación se tradujera en políticas, estrategias y programas eficaces. La previsión y evaluación tecnológicas exigen reunir a los principales interesados y fuentes de conocimiento a fin de desarrollar visiones estratégicas e información pertinente para conformar el futuro. El desarrollo de la capacidad de previsión tecnológica puede permitir a los países identificar y explotar el potencial de las tecnologías de la industria 4.0, determinar con precisión las tecnologías prioritarias a corto, medio y largo plazo, y evaluar posibles repercusiones, también en lo que se refiere a la desigualdad.

³¹ P. DiMaggio, E. Hargittai, C. Celeste y S. Shafer, 2004, "Digital inequality: From unequal access to differentiated use", en K. Neckerman, ed., *Social Inequality*, Russell Sage Foundation, Nueva York.

³² E/CN.16/2018/3.

³³ UNCTAD, 2018c.

B. Innovación orientada a la reducción de las desigualdades

33. La industria 4.0 podría agravar las desigualdades, dado que no todo el mundo se beneficia inmediatamente de los nuevos productos, servicios y oportunidades que crea. Las políticas de CTI pueden basarse en una amplia gama de herramientas: desde medidas reguladoras e instrumentos económicos y fiscales hasta políticas de educación e innovación de ámbito regional destinadas a apoyar la innovación. Sin renunciar al objetivo fundamental de fomentar la innovación, los responsables de la formulación de políticas pueden influir en el rumbo del cambio y mitigar los riesgos de un aumento de la desigualdad provocado por la industria 4.0.

34. Esa influencia en el rumbo del cambio se refiere a la medida en que la combinación de políticas de CTI elegida se encamina hacia un desarrollo sostenible e inclusivo. En este contexto, orientar los instrumentos de las políticas de CTI (como la financiación de la investigación y el desarrollo y la innovación; incentivos fiscales para las empresas de investigación y desarrollo y las que adoptan tecnologías; la contratación pública; la creación de clústeres, zonas industriales y parques tecnológicos, y la prestación de servicios de formación y asesoramiento empresarial) supone establecer en primer lugar prioridades colectivas, como la reducción de la desigualdad entre empresas, grupos sociales, individuos o regiones.

35. Por ejemplo, dado que la tecnología ha de ser asequible para los clientes de bajos ingresos y accesible para la población en general, la política de CTI puede orientarse a la reducción del costo de creación e implantación de la tecnología. La inversión pública puede ofrecer incentivos. Además, la política de CTI podría apoyar la comercialización haciendo hincapié en la innovación y dirigiendo los incentivos hacia la adopción generalizada en el mercado de tecnologías de vanguardia.

36. Las políticas de innovación con perspectiva de género se pueden encaminar hacia un aumento de la participación de las mujeres en calidad de investigadoras, innovadoras o empresarias; la inclusión de mujeres como responsables de la toma de decisiones en los sistemas tecnológicos; o el desarrollo de nuevas tecnologías, productos y servicios que mejoren la vida de las mujeres —en las áreas de energía, agua y saneamiento, salud o educación financiera—. La formación técnica y profesional también puede empoderar a las mujeres para que desempeñen un papel destacado en los sectores tecnológicos asociados a la industria 4.0.

37. Las políticas de educación y capacitación dirigidas a los jóvenes también pueden ser útiles para dotar a la futura mano de obra de las habilidades adecuadas. Los responsables de la formulación de políticas podrían considerar la posibilidad de elaborar programas para aumentar el interés por las tecnologías relacionadas con la industria 4.0, centrados en el emprendimiento, la comercialización y la creatividad.

38. Para las políticas de CTI destinadas a reducir las desigualdades también se deberían considerar estrategias y mecanismos que crearan un entorno propicio para nuevas formas de entender la innovación, en referencia a la innovación en favor de los pobres, inclusiva, frugal, de base y social³⁴. Para que sean eficaces, las políticas de CTI tienen que crear sinergias con otras políticas económicas (industriales, fiscales y educativas) y contar con la participación de una amplia gama de actores. Las políticas deben alentar a los círculos académicos y a las organizaciones de la sociedad civil a colaborar con el sector privado para desarrollar soluciones que tengan un mayor radio de acción. Es necesario establecer un mecanismo para promover la movilidad del personal desde el mundo académico hacia al sector privado, a fin de dotar a este último de capacidades tecnológicas para ofrecer innovaciones más orientadas al mercado y con vocación social, y posibilitar su difusión entre las comunidades marginadas y vulnerables.

39. Las políticas de CTI pueden apoyar la creación de parques científicos, incubadoras, aceleradores y laboratorios de innovación para desarrollar ideas novedosas y fomentar los clústeres o conglomerados de empresas para la innovación. Estos conglomerados facilitan

³⁴ Véase UNCTAD, 2017, *New Innovation Approaches to Support the Implementation of the Sustainable Development Goals* (publicación de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra).

la experimentación y se benefician de la concentración geográfica y de conocimientos y competencias, lo que permite un desarrollo tecnológico más rápido. Al mismo tiempo, las políticas de CTI pueden promover la expansión y difusión de las innovaciones que surjan de esas asociaciones para la innovación con objeto de reducir las desigualdades regionales.

40. En un reciente estudio de la UNCTAD se muestra que las grandes diferencias entre las zonas urbanas industrializadas y las regiones rurales agrícolas se caracterizan por brechas en los ingresos y la educación y son cada vez mayores, lo que ha llevado a algunos Gobiernos a adoptar medidas para reducir las desigualdades regionales mediante una inversión descentralizada en CTI. Los gobiernos regionales y locales también pueden utilizar la capacidad de interacción a través de sistemas de innovación para apoyar las oportunidades económicas basadas en la ubicación y los sistemas locales de innovación y producción³⁵.

C. Medidas de política para que nadie se quede atrás

41. Los sistemas de protección social pueden proporcionar seguridad a los trabajadores ante perturbaciones que puedan producirse en el mercado laboral con el surgimiento de la industria 4.0. No obstante, solo una tercera parte de la población mundial está cubierta por una seguridad social integral, mientras que más de la mitad de la población activa carece de una mínima cobertura de seguridad social³⁶. Además, los sistemas de protección social están sometidos a presión en todo el mundo debido al envejecimiento de la población, la reducción de la base impositiva y los bajos tipos de interés³⁷. Recientemente se han propuesto varias políticas de redistribución para hacer frente a esos retos, incluida la imposición al capital, a los robots y a otras tecnologías para aportar ingresos adicionales a los sistemas de seguridad social. La OCDE está estudiando posibles soluciones a los problemas fiscales derivados de la digitalización de la economía³⁸. Otras propuestas incluyen la introducción de regímenes de renta básica universal. Las pruebas de los resultados de algunas de estas políticas, especialmente los planes de renta básica universal siguen siendo escasas, por lo que quizá se requiera mayor experimentación con estas medidas.

42. Otras políticas pueden apoyar a las personas que pierden su empleo y a las que se ven afectadas por transiciones de la fuerza laboral³⁹. Las iniciativas de aprendizaje continuo, que incluyen la capacitación y el reciclaje profesional de los trabajadores, son cada vez más una responsabilidad conjunta de los Gobiernos, las empresas y los trabajadores. Los programas de aprendizaje que combinan la formación en el trabajo y en centros de enseñanza pueden apoyar especialmente a las generaciones jóvenes en el paso de la escuela al mundo del trabajo. Los Gobiernos también pueden apoyar a los trabajadores en las transiciones laborales combinando el desarrollo de aptitudes con una determinación más ajustada de las competencias idóneas para cada empleo, asesoramiento personal y servicios de colocación.

43. Asimismo, las políticas pueden ayudar a las organizaciones de empresas y trabajadores o a los sindicatos a afrontar los nuevos desafíos en la relación entre trabajadores y empleadores en el contexto de la industria 4.0. Como señaló la Comisión Mundial sobre el Futuro del Trabajo, de la Organización Internacional del Trabajo, las microempresas y las pequeñas empresas informales tienen a menudo dificultades para

³⁵ UNCTAD, de próxima publicación, *The Impact of Rapid Technological Change on Sustainable Development*.

³⁶ Organización Internacional del Trabajo, *Informe mundial sobre la protección social, 2017-2019: La protección social universal para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible*, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.

³⁷ T. Balliester y A. Elsheikhi, 2018, "The future of work: A literature review", Research Department Working Paper núm. 29, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.

³⁸ OCDE, 2019, *Programme of Work to Develop a Consensus Solution to the Tax Challenges Arising from the Digitalization of the Economy*, Marco Inclusivo sobre BEPS [Proyecto sobre la Erosión de la Base Imponible y el Traslado de Beneficios] de la OCDE/Grupo de los 20, OCDE, París.

³⁹ McKinsey Global Institute, 2017, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, cap. 5, McKinsey and Company.

representar adecuadamente sus intereses a través de las organizaciones empresariales, mientras que los cambios demográficos y en la organización del trabajo dificultan que los trabajadores puedan organizarse⁴⁰. Con el apoyo de políticas y de reformas normativas y jurídicas, la negociación colectiva podría proteger a los trabajadores vulnerables frente al empleo precario, las condiciones de trabajo deficientes y la marginación.

44. Para mantener su relevancia, los sindicatos deben anticiparse a la evolución de las circunstancias de la economía y los mercados laborales y ajustar en consecuencia sus métodos de organización y negociación colectiva. Quizá resulte útil realizar estudios y pronósticos sobre las tendencias futuras y el impacto potencial de la automatización en los sistemas de producción y la demanda de mano de obra. Los sindicatos también pueden tratar de incluir a grupos aislados de trabajadores.

45. Por otra parte, las organizaciones empresariales pueden contribuir al diálogo entre diferentes interesados y al desarrollo de una educación y una formación más específicas que permitan preparar a los trabajadores para los cambios que se avecinan y las necesidades del mercado laboral.

46. Cada vez son más los países que desarrollan estrategias y políticas para aprovechar el potencial de la industria 4.0 (en relación, por ejemplo, con la inteligencia artificial, la Internet de las cosas, la tecnología 5G y la digitalización), y en algunas de ellas también se contempla la posibilidad de combatir el potencial aumento de las desigualdades. Las disposiciones relativas al desarrollo de aptitudes adecuadas son una característica común de estos documentos de política. En Austria, por ejemplo, la política nacional sobre la didáctica de las tecnologías de la información y el aprendizaje por medios electrónicos (*e-learning*) está integrada en el sistema escolar nacional. Asimismo, cuando los proyectos e iniciativas piloto resultan exitosos, se transfieren a la totalidad del sistema escolar⁴¹. En el Japón, el Consejo para los Principios Sociales de la Inteligencia Artificial Centrada en el Ser Humano advierte que tienen que brindarse amplias oportunidades de educación básica en inteligencia artificial en la enseñanza preescolar, primaria y secundaria, así como a la fuerza laboral actual y las personas mayores⁴². En Finlandia, se creó un grupo de trabajo con la misión de formular recomendaciones para que el país fuera uno de los pioneros en la aplicación de la inteligencia artificial. Como solución para procurar un aprendizaje continuo, el grupo propuso crear una “cuenta de aptitudes” para cada habitante, en la que se acumularían fondos que darían derecho al titular a recibir formación. Los gastos correrían a cargo del Gobierno central, las empresas y los empleados⁴³.

V. El papel de la cooperación internacional en la transformación estructural

47. La gestación de la ventaja comparativa y la transformación estructural de un país no se producen al margen de las economías (ni de las políticas) interconectadas de hoy en día. La cooperación internacional contribuye al intercambio de conocimientos, mejores prácticas y lecciones aprendidas, así como al fomento de capacidades nacionales para diseñar y aplicar políticas equitativas de CTI con la vista puesta en la industria 4.0. Por tanto, una cooperación internacional oportuna puede conformar políticas de CTI que influyan en las futuras trayectorias económicas y sociales, antes de que los países no

⁴⁰ Organización Internacional del Trabajo, 2019, *Work for a Brighter Future*, Comisión Mundial sobre el Futuro del Trabajo, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.

⁴¹ Contribución del Gobierno de Austria al 22º período de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 13 a 17 de mayo de 2019, puede consultarse en <https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c01> (consulta realizada el 9 de julio de 2019).

⁴² Contribución del Gobierno del Japón al 22º período de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 13 a 17 de mayo de 2019, puede consultarse en https://unctad.org/meetings/en/Contribution/ecn162019c07_Japan_en.pdf (consulta realizada el 9 de julio de 2019).

⁴³ Ministerio de Asuntos Económicos y Empleo de Finlandia, 2018, *Work in the Age of Artificial Intelligence: Four Perspectives on the Economy, Employment, Skills and Ethics*, Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment 21/2018, Helsinki.

puedan acceder a ciertos beneficios de la tecnología habida cuenta de la dependencia de la trayectoria de las capacidades tecnológicas⁴⁴.

48. Además, el cambio tecnológico tiende a ser más rápido que la adaptación de las políticas a este. A medida que se amplía la brecha entre la formulación de políticas y el cambio tecnológico, surgen serias preocupaciones con respecto a cuestiones de alcance mundial sobre la gobernanza, la igualdad y la equidad. Por ello, se necesitan mecanismos y foros internacionales que permitan comprender mejor la evolución de las nuevas tecnologías y sus repercusiones sociales, económicas y ambientales. Estas cuestiones han sido examinadas en estudios recientes de la UNCTAD y la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo⁴⁵.

49. En las evaluaciones tecnológicas, por ejemplo, hay que tener en cuenta las consecuencias a escala mundial o regional de la implantación de las nuevas tecnologías. También deben involucrar múltiples interesados y apoyar a los responsables de la formulación de políticas a nivel nacional en la mejora de sus capacidades para aprovechar al máximo el potencial de la industria 4.0⁴⁶.

50. En su resolución 73/247 sobre la cooperación para el desarrollo industrial, de 20 de diciembre de 2018, la Asamblea General de las Naciones Unidas aborda la cooperación para el desarrollo industrial y reconoce los beneficios que pueden derivarse de la transformación estructural a través de la industria 4.0, entre otros conceptos relacionados con la transformación económica⁴⁷. Varias iniciativas ilustran el papel que desempeña la cooperación internacional para que la industria 4.0 sea inclusiva y sostenible.

51. Por ejemplo, para apoyar la transformación estructural vinculada a la industria 4.0, el Grupo de los 20 ha puesto en marcha varias actividades. El Plan General en materia de Crecimiento Innovador tiene por objeto apoyar la Agenda 2030 mediante la cooperación en cuestiones de innovación, industria 4.0 y economía digital, y se complementa con el Plan de Acción del Grupo de los 20 para la Nueva Revolución Industrial⁴⁸. Además, la Iniciativa del Grupo de los 20 sobre el Apoyo a la Industrialización en África y los Países Menos Adelantados propone fomentar la industrialización y el crecimiento inclusivo en África y los países menos adelantados mediante opciones de política voluntarias⁴⁹.

52. La labor de la OCDE en relación con la industria 4.0 tiene por objeto informar a los responsables de la formulación de políticas sobre los posibles avances futuros en las tecnologías de vanguardia y proporcionar asesoramiento sobre cómo facilitar un entorno normativo que permita a los países cosechar los beneficios de la tecnología⁵⁰. En esa labor también se basó el informe de la OCDE para el Grupo de los 20 sobre la próxima revolución de la producción, en el que se postula que las transformaciones venideras van a ser un reto para todos los países, especialmente para los países en desarrollo. Los efectos podrían mitigarse mediante una reducción rápida de los costos de algunas tecnologías, así como mejorando los medios de difusión de conocimientos⁵¹. Este último objetivo se vería favorecido con una cooperación internacional adecuada.

53. La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial desempeña un papel activo para impulsar la transformación económica de los países en desarrollo por medio de su iniciativa Redes para la Prosperidad, así como de su labor sobre la cooperación

⁴⁴ TD/B/C.II/36.

⁴⁵ Véanse, por ejemplo, E/CN.16/2019/2 o UNCTAD, 2018c.

⁴⁶ E/2019/78.

⁴⁷ A/RES/73/247.

⁴⁸ A/71/380.

⁴⁹ A/RES/73/247.

⁵⁰ OCDE, 2017a, *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Businesses*, OCDE Publishing, París.

⁵¹ OCDE, 2017b, "The Next Production Revolution: A Report for the G [Group of] 20". Véase <https://www.oecd.org/g20/topics/digitalisation-and-innovation/> (consulta realizada el 23 de julio de 2019).

industrial triangular y Sur-Sur, centros tecnológicos internacionales y oficinas de promoción de inversiones y tecnología⁵².

54. La UNCTAD contribuye a la cooperación internacional en la formulación de políticas de CTI a través de un foro para el debate, estudios de país, cooperación Sur-Sur y entre organismos y liderazgo intelectual.

55. Los exámenes de la UNCTAD sobre políticas de CTI tienen por objeto ayudar a los Gobiernos nacionales a adaptar sus políticas de ciencia, tecnología e innovación a sus estrategias nacionales de desarrollo y a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En las conclusiones de estos exámenes se suele subrayar la necesidad de que los sistemas funcionales de innovación permitan obtener ventajas comparativas que generen actividades y exportaciones de mayor valor añadido. Asimismo, en los exámenes de las políticas de CTI en los países en desarrollo se identifica frecuentemente una asimetría entre la realidad de la formulación de políticas, que a menudo sigue el modelo lineal de innovación basado en el impulso de la ciencia, y el enfoque multidimensional de la formulación de políticas que se perfila en la Agenda 2030. Este enfoque resulta particularmente pertinente si se quieren abordar decididamente las implicaciones de un cambio tecnológico rápido desde el punto de vista de la inclusividad. Así pues, las actividades de fomento de la capacidad tienen que reforzar la capacidad de los encargados de la formulación de políticas de CTI para diseñar, aplicar, supervisar y evaluar políticas eficaces que permitan aprovechar la CTI en la industria 4.0 para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible⁵³.

56. Aprovechando la experiencia cosechada en los exámenes de políticas de CTI, la UNCTAD contribuye a la elaboración de las hojas de ruta del Equipo de Trabajo Interinstitucional (ETI) sobre CTI para los Objetivos de Desarrollo Sostenible en relación con el Mecanismo de Facilitación de la Tecnología. Se espera que las hojas de ruta se conviertan en una herramienta capaz de promover la participación de múltiples interesados, con el fin de desarrollar un marco para la formulación coherente de políticas nacionales de CTI que pueda beneficiarse de las experiencias de los países desarrollados y emergentes para fomentar el aprendizaje y, en algunos casos, ayudar a dar el salto a la industria 4.0. Una hoja de ruta debería ayudar a planificar medidas, comunicarlas y posibilitar su adopción, hacer un seguimiento de los avances y favorecer un entorno de aprendizaje para allanar el camino hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible⁵⁴.

57. El éxito de la transformación estructural requiere ciertas capacidades específicas que permitan aplicar las lecciones aprendidas con los exámenes de políticas y las hojas de ruta. Por consiguiente, el fomento de capacidad a nivel nacional y regional es importante para la adopción de la industria 4.0. El ETI está desarrollando y ejecutando activamente un programa de actividades conjuntas de fomento de capacidad en el plano regional para dar respuesta a esa necesidad.

58. Desde su perspectiva sobre la colaboración Sur-Sur, la UNCTAD, en su calidad de secretaria de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, colabora con el Gobierno de China para facilitar la capacitación de encargados de la formulación de políticas de CTI de países en desarrollo. Los cursos tratan sobre la experiencia de China en la formulación de políticas de CTI y la creación y gestión de parques e incubadoras de alta tecnología. En 2018, más de 30 expertos y responsables de la formulación de políticas de Estados miembros de la Comisión participaron en esos cursos para conocer la experiencia de China en el diseño de políticas de CTI y la creación de un entorno propicio para el avance de la ciencia, la tecnología y a innovación. La próxima ronda de sesiones de formación está prevista para el otoño de 2019.

⁵² Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2019, "Partnerships for prosperity", puede consultarse en <https://www.unido.org/our-focus-cross-cutting-services/partnerships-prosperity> (consulta realizada el 23 de julio de 2019).

⁵³ Naciones Unidas, de próxima publicación, Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo, Informe del Secretario General.

⁵⁴ ETI, 2018, *IATT Issues Brief on Science, Technology and Innovation for Sustainable Development Goals Road Maps*, y E/2019/78.

VI. Conclusiones y cuestiones para el debate

59. En esta nota se presenta un análisis de la relación entre la transformación estructural, la industria 4.0 y las repercusiones que pueden tener en la desigualdad los cambios que comportan. La industria 4.0 tiene el potencial de ayudar a mejorar la capacidad productiva de los países en desarrollo y contribuir a su transformación estructural. No obstante, estas nuevas tecnologías deben operar dentro de un contexto de políticas de CTI que apoyen la transformación económica y social antes de que las brechas de CTI entre los países y dentro de estos alcancen un punto de inflexión y sean irreversibles.

60. Por otra parte, en esta nota se describe que la industria 4.0 se caracteriza actualmente por un alto grado de concentración del mercado de empresas líderes de un número reducido de países. Este factor podría tener efectos cuantificables en el empleo, los beneficios y la brecha tecnológica entre empresas y entre países.

61. En consecuencia, una política de CTI que promueva la adopción y el desarrollo de tecnologías de la industria 4.0 debe estar en sintonía con otras esferas de política para apoyar una difusión generalizada de la tecnología basada en una infraestructura y unas capacidades sólidas en el plano nacional, y enmarcarse adecuadamente en un contexto internacional.

62. Asimismo, las políticas de CTI deben apoyar un entorno de innovación que contribuya a reducir la desigualdad en diferentes dimensiones: entre países y dentro de estos, entre empresas, entre generaciones y entre hombres y mujeres. Otra de las principales preocupaciones de la política de CTI ha de ser el rumbo del cambio tecnológico —por ejemplo, la industria 4.0— para prevenir proactivamente cualquier consecuencia negativa de la desigualdad. Por último, la política de CTI no se puede desarrollar y aplicar sin tener en cuenta sus interacciones con otras políticas, como las redistributivas, para hacer frente a la desigualdad.

63. La Comisión de la Inversión, la Empresa y el Desarrollo tal vez desee debatir sobre las preguntas que a continuación se formulan en relación con las medidas de política a todos los niveles que pueden ser pertinentes para redoblar los esfuerzos en materia de CTI de forma inclusiva en el contexto de la industria 4.0 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible:

a) La política nacional de innovación en general: ¿Qué retos, beneficios y lecciones prácticas pueden identificarse a partir de la adopción de políticas y estrategias para la industria 4.0 en el contexto nacional? ¿Ha habido algún efecto distributivo que haya incidido en la desigualdad dentro de un país?

b) Política de innovación en el contexto global: ¿Qué novedades de la industria 4.0 a escala mundial pueden afectar a las empresas e industrias de los diferentes países en términos de competitividad nacional e internacional? ¿Cómo pueden las políticas nacionales de CTI sobre la industria 4.0 apoyar o facilitar la generación de nuevas ventajas comparativas?

c) Rumbo de las políticas de innovación: ¿Cuál es la experiencia de los Estados miembros en el diseño y la aplicación de políticas de innovación en favor de la aplicación de la industria 4.0 hacia la creación de productos y servicios nuevos o mejorados que puedan contribuir a la reducción de las desigualdades? ¿Existen políticas o proyectos destinados a resolver la desigualdad regional o sectorial en la absorción, difusión e implantación de tecnologías? ¿Cómo se han abordado las desigualdades a través de las políticas? ¿Alguna de estas políticas, proyectos o iniciativas se dirige a las mujeres, los jóvenes, las personas con necesidades especiales u otros grupos que se enfrentan a dificultades específicas?

d) Medidas de política para que nadie se quede atrás: ¿Cuál es la experiencia de los Estados miembros con respecto a la adopción de políticas, proyectos o iniciativas que mitiguen los posibles efectos negativos de la industria 4.0 en la desigualdad? ¿Qué enseñanzas se han extraído de las políticas diseñadas para proteger a las personas afectadas por los rápidos cambios que se producen en los mercados laborales (por ejemplo, aumento de las prestaciones para quienes ven desaparecer sus puestos de trabajo, programas de

readiestramiento profesional, garantías de empleo público)? ¿Cuál es el papel de las políticas redistributivas destinadas a garantizar que nadie se quede atrás por los rápidos cambios tecnológicos? ¿Cómo abordan estas políticas el impacto de la industria 4.0 en la concentración del mercado y la división de los beneficios?

e) ¿Cómo pueden las entidades internacionales, como la UNCTAD, apoyar una mejor formulación de políticas de CTI y la creación de redes de cooperación internacional con objeto de aprovechar el potencial de la industria 4.0 para la transformación estructural y la reducción de las desigualdades?
