



Consejo Económico y Social

Distr. general
29 de febrero de 2016
Español
Original: inglés

Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

19º período de sesiones

Ginebra, 9 a 13 de mayo de 2016

Tema 3 b) del programa provisional

Prospectiva para el desarrollo digital

Informe del Secretario General

Resumen

En este informe se analiza una serie de novedades en el mundo digital, a saber, los macrodatos, la Internet de las cosas, los cursos en línea masivos y abiertos (CEMA), la impresión tridimensional y la automatización digital, y sus posibles efectos a largo plazo en la economía, la sociedad y el medio ambiente. Se presta especial atención al papel de la prospectiva tecnológica como instrumento para la planificación de políticas al evaluar las posibles repercusiones de estas tecnologías en la sociedad. En cada capítulo se analizan las principales características de estas tecnologías emergentes y sus posibilidades para el desarrollo sostenible. En el informe se ponen de relieve las conclusiones de la doctrina, las aportaciones de los expertos y las deliberaciones de los miembros de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo y otros participantes en la reunión de expertos entre períodos de sesiones. El informe concluye con propuestas para el examen de los gobiernos nacionales y otros interesados.

GE.16-03154 (S) 210316 220316



* 1 6 0 3 1 5 4 *

Se ruega reciclar



Introducción

1. La Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, en su 18º período de sesiones, celebrado en mayo de 2015, eligió la “Prospectiva para el desarrollo digital” como uno de sus temas prioritarios para las reuniones que iban a tener lugar entre los períodos de sesiones de 2015 y 2016.
2. A fin de contribuir a una mejor comprensión de este tema prioritario y ayudar a la Comisión en sus deliberaciones en su 19º período de sesiones, la secretaría de la Comisión organizó una reunión de expertos en Budapest del 11 al 13 de enero de 2016. El presente informe se basa en las conclusiones de la reunión de expertos entre períodos de sesiones, incluidos los debates celebrados en su marco y las aportaciones de expertos en diferentes ámbitos.
3. En el capítulo I se describe el contexto de las tecnologías emergentes abordadas en el presente informe. En el capítulo II se presentan las principales características de la prospectiva tecnológica y sus posibilidades como instrumento para la formulación de políticas. En el capítulo III se describen los macrodatos y la Internet de las cosas y se examinan las preocupaciones y los retos relacionados con estas tecnologías. En el capítulo IV se analizan las principales características relacionadas con la impresión tridimensional y sus repercusiones en el desarrollo sostenible. El capítulo V se ocupa de la automatización digital y sus repercusiones en el futuro del trabajo. En el capítulo VI se examinan los CEMA, y sus posibilidades y consideraciones para contribuir al desarrollo sostenible. Las lecciones en materia de políticas se tratan en el capítulo VII, mientras que las conclusiones y las propuestas se presentan en el capítulo VIII.

I. Novedades digitales emergentes

4. En el informe se analiza una serie de novedades digitales emergentes, a saber, los macrodatos, la Internet de las cosas, los CEMA, la impresión tridimensional (también conocida como fabricación aditiva) y la automatización digital, y sus posibles efectos a largo plazo en la economía, la sociedad y el medio ambiente. Estas tecnologías y sus efectos merecen atención puesto que es probable que trastornen y transformen las normas sociales, políticas, y económicas, y ofrezcan oportunidades y retos a los países¹.
5. Este informe se ha preparado en respuesta a la solicitud del Consejo Económico y Social a la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de que actúe como foro para la planificación estratégica y proporcione una prospectiva de las tendencias fundamentales en la ciencia, la tecnología y la innovación en sectores clave de la economía, y señale a la atención las tecnologías emergentes y perturbadoras.
6. El informe se basa en trabajos anteriores de la Comisión sobre dos temas prioritarios: “Tecnologías de la información y las comunicaciones [TIC] para un desarrollo social y económico incluyente” (2013-2014), en el que se destacaron inicialmente algunas de estas tendencias, y “Prospectiva estratégica para la agenda de desarrollo posterior a 2015” (2014-2015), en el que la Comisión determinó que la prospectiva estratégica tecnológica era un instrumento útil para el desarrollo sostenible.

¹ Consejo del Atlántico, 2013, *Envisioning 2030: US strategy for the coming technology revolution*, 9 de diciembre.

A. Acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones como base para el desarrollo sostenible y las tendencias digitales futuras

7. Durante el período comprendido entre 2000 y 2015, los avances tecnológicos combinados con la liberalización de los mercados dieron lugar a un crecimiento vertiginoso de las redes móviles, tanto en términos de su cobertura como de su capacidad². Sin embargo, aunque esta expansión de los servicios ha afectado a una parte considerable de la población mundial, el acceso a un Internet asequible sigue siendo limitado para las personas que más se podrían beneficiar de él, especialmente las que viven en los países menos adelantados (PMA). Para estas personas, la exclusión digital sigue siendo una realidad. Esto pone de relieve la importancia de cerrar la brecha digital que existe entre los países y dentro de ellos.

8. Hay oportunidades y retos en materia de políticas en relación con el acceso a Internet³. Muchos países en desarrollo se enfrentan a retos importantes para la expansión de su infraestructura de banda ancha, tales como la necesidad de grandes inversiones de capital, la falta de conocimientos pertinentes, y los obstáculos relacionados con la difusión de los servicios de banda ancha, por ejemplo, la falta de contenido digital en los idiomas locales. La superación de estas dificultades requiere un entorno propicio y políticas públicas de apoyo⁴.

9. En el nuevo marco de desarrollo, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, se reconoce que “la expansión de las tecnologías de la información y las comunicaciones y la interconexión mundial brinda grandes posibilidades para acelerar el progreso humano, superar la brecha digital y desarrollar las sociedades del conocimiento” (Asamblea General, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible)⁵. La Agenda incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas. En estas últimas se reconoce la importancia de las TIC de dos maneras. En primer lugar, mediante el establecimiento expreso de metas relacionadas con las TIC sobre: la educación y las becas (meta 4.b), el empoderamiento de género (meta 5.b) y la infraestructura para el acceso universal y asequible a Internet en los PMA (meta 9.c). En segundo lugar, mediante la inclusión de referencias a las tecnologías generales en las que las TIC desempeñan un papel importante. Por ejemplo, las TIC se mencionan en las metas sobre el crecimiento económico, la eficiencia energética e hídrica, y el cambio climático. Además, en el Objetivo 17, “Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible”, se pide que se aumente la utilización de tecnologías instrumentales, en particular la TIC⁶. Las posibilidades intersectoriales de las TIC para contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible subrayan su importancia como factores determinantes del desarrollo⁷.

² Unión Internacional de Telecomunicaciones, base de datos sobre las tecnologías de la información y las comunicaciones.

³ UNCTAD, 2015, Internet Broadband for an Inclusive Digital Society, Current Studies on Science, Technology and Innovation, núm. 11 (Nueva York y Ginebra, publicación de las Naciones Unidas).

⁴ *Ibid.*

⁵ Resolución 70/1 de la Asamblea General.

⁶ Declaración conjunta de la Junta de los Jefes Ejecutivos a la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre el examen general de la aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, 2015, disponible en <http://www.ungis.org/> (consultado el 23 de febrero de 2016).

⁷ *Ibid.*

II. Prospectiva tecnológica

10. La prospectiva tecnológica es el proceso de prever la evolución de las tecnologías y su efecto en la sociedad con vistas a desarrollar políticas en el Gobierno y/o estrategias en las empresas⁸. Hay diferentes enfoques metodológicos de la prospectiva tecnológica, como los grupos de discusión, el método Delphi, las simulaciones, la formulación de hipótesis y las entrevistas⁹. En cuanto a la participación sectorial, los ejercicios de prospectiva suelen contar con la participación de múltiples interesados y se llevan a cabo mediante procesos participativos abiertos.

11. La prospección tecnológica se ha aplicado ampliamente como instrumento de políticas por los gobiernos de todo el mundo durante los últimos decenios. Por ejemplo, el Japón ha estado efectuando prospecciones en el plano nacional desde el decenio de 1970¹⁰, otros países europeos como Alemania, los Países Bajos y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte han llevado a cabo ejercicios de prospección desde el decenio de 1980¹¹, y un número cada vez mayor de países en desarrollo ha realizado también ejercicios de prospección tecnológica¹². En el contexto actual de globalización, competencia y cambio técnico rápido, los ejercicios de prospectiva pueden ayudar a los países en desarrollo a detectar oportunidades para una futura especialización tecnológica y productiva que les permita actualizarse, dar un gran salto y seguir avanzando. Además, habida cuenta de su potencial para configurar el cambio tecnológico y el crecimiento económico, los ejercicios de prospección se deberían preparar y realizar de manera coherente con las estrategias nacionales de desarrollo, incluido el desarrollo industrial¹³.

12. Muchos aspectos no previstos de la sociedad de la información han surgido desde la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información de 2003 y 2005, incluida la Web 2.0, la computación en la nube, la omnipresencia de los medios sociales, las grandes redes de banda ancha y los mercados de masas para la telefonía móvil e Internet. Las novedades han creado tanto oportunidades como retos. Habida cuenta de las numerosas dimensiones en las que las innovaciones emergentes en las TIC, incluidas las tratadas en el presente informe, pueden presentar retos y oportunidades para las políticas de desarrollo¹⁴, los ejercicios de prospección tecnológica pueden ayudar a prever las tendencias tecnológicas y preparar respuestas sociales proactivas y adecuadas.

⁸ O. Saritas, 2014, Strategic foresight for the Post-2015 Development Agenda, presentación en la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 26 a 28 de noviembre.

⁹ R. Popper, 2008, How are foresight methods selected?, *Foresight*, 10(6): 62 a 89.

¹⁰ A. Kameoka, Y. Yokoo y T. Kuwahara, 2004, A challenge of integrating technology foresight and assessment in industrial strategy development and policymaking, *Technological Forecasting and Social Change*, 71(6): 579 a 598.

¹¹ O. Saritas, E. Taymaz y T. Tumer, 2006, Vision 2023: Turkey's national technology foresight programme – A contextualist description and analysis, ERC Working Papers in Economics 06/01 (Ankara, Economic Research Center).

¹² C. Pietrobelli y F. Puppato, 2015, Technology foresight and industrial strategy in developing countries, Universidad de las Naciones Unidas-MERIT Working Paper Series 2015-016 (Maastricht, Universidad de las Naciones Unidas-MERIT).

¹³ *Ibid.*

¹⁴ UNCTAD, 2015, Implementing WSIS Outcomes: A Ten-year Review (Nueva York y Ginebra, publicación de las Naciones Unidas).

III. Los macrodatos y la Internet de las cosas

13. Los macrodatos y la Internet de las cosas son novedades digitales que optimizan las operaciones de las empresas y hacen posible la creación de nuevos productos, servicios e incluso industrias. El término “macrodatos” describe la acumulación y el análisis de recursos de información considerablemente mayores, más allá de la capacidad analítica y de almacenamiento de los recursos anteriores de los equipos y programas informáticos. Es posible gracias al aumento en la capacidad de almacenamiento de datos y a la variedad de fuentes de datos disponibles¹⁵.

14. La Internet de las cosas consiste en la ampliación de la conectividad de las personas y las organizaciones a los objetos y los dispositivos utilizados en la vida diaria¹⁶. La Internet de las cosas permite que cualquier objeto o dispositivo esté conectado, responda a las instrucciones de los usuarios y reúna información que se pueda utilizar en análisis de macrodatos¹⁷. Entre los dispositivos asociados a la Internet de las cosas cabe mencionar los dispositivos basados en sensores que supervisan actividades diarias como comer y dormir; el control de los electrodomésticos con teléfonos móviles; y los dispositivos con sensores para mejorar la productividad agrícola. En términos de cobertura se espera que el número de dispositivos disponibles aumente de 15.000 millones en 2015 a 50.000 millones en 2020¹⁸. El mercado de la Internet de las cosas, actualmente valorado en 655.800 millones de dólares, debería alcanzar los 1,7 billones en 2020 y entre 3,9 billones y 11,1 billones en 2025¹⁹.

A. Macrodatos, Internet de las cosas y desarrollo sostenible

15. Los macrodatos y la Internet de las cosas pueden contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en el contexto actual de cuasi ubicuidad de Internet. Estas nuevas tecnologías pueden contribuir a gestionar y ayudar a resolver problemas críticos en los planos mundial, regional, nacional y local. En esta sección se tratan los usos posibles y ejemplos de estas tecnologías en el desarrollo empresarial, la salud, la agricultura, la energía y el agua.

16. Los macrodatos y la Internet de las cosas pueden ayudar a fomentar el desarrollo empresarial. Estas tecnologías permiten a las empresas crear análisis personalizados y detallados de los clientes potenciales y actuales, y mejorar la experiencia de los usuarios, y podrían resolver las ineficiencias en la fabricación y los procesos conexos. Por ejemplo, el primer producto de microseguros que se distribuyó y ejecutó completamente a través de una red de telefonía móvil en todo el mundo se comercializó en África sobre la base de macrodatos sobre el clima y las tendencias de los cultivos²⁰.

¹⁵ Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2014, Tecnologías de la información y las comunicaciones para un desarrollo económico y social incluyente, informe del Secretario General, pág. 9.

¹⁶ Véase la nota 14, pág. 78.

¹⁷ *Ibid.*

¹⁸ Foro Económico Mundial e INSEAD, 2012, The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyperconnected World (Ginebra, Foro Económico Mundial), págs. 171 a 318.

¹⁹ J. Manyika, M. Chui, J. Woetzel, R. Dobbs y J. Bughin, 2015, The Internet of things: Mapping the value beyond the hype (McKinsey Global Institute), pág. 7.

²⁰ Corporación Financiera Internacional, 2015, Kilimo Salama – Index-based agriculture insurance: A product design case study (Washington D.C.).

17. La atención de la salud se podría mejorar si se personalizaran los tratamientos, se recogieron los datos clínicos más allá de la consulta ocasional con el médico, el progreso de las enfermedades se detectara antes y se tratara proactivamente (en el plano individual y comunitario) y se encontraran curas más eficaces para una serie de enfermedades para las que no hay tratamiento. En particular, la creación de mapas de datos puede ayudar a dar respuesta a los brotes de enfermedades²¹. Por ejemplo, durante un brote de tifus, el Ministerio de Salud de Uganda utilizó aplicaciones de mapas de datos para facilitar la adopción de decisiones sobre la asignación de medicamentos y la movilización de equipos de salud²².

18. Los macrodatos y la Internet de las cosas también están creando nuevas posibilidades en la agricultura (incluida la seguridad alimentaria). Por ejemplo, la empresa emergente CropIn de la India ofrece análisis y soluciones de *software* para la gestión de los cultivos. Esta empresa ha desarrollado un índice de vegetación utilizando imágenes de satélite que en última instancia sirven de apoyo a la adopción de decisiones por los agricultores para asegurar la salud de los cultivos (véase el recuadro).

Macrodatos para la agricultura en la India

La empresa CropIn se creó para proporcionar soluciones de *software* y análisis para la gestión de los cultivos. En la actualidad, los usuarios de esta aplicación personalizada en la nube son grandes empresas que han invertido en la industria alimentaria y la agricultura y han tenido que depender en gran medida de su personal sobre el terreno para llegar a los agricultores. La aplicación de CropIn etiqueta los cultivos y hace el seguimiento de su desarrollo hasta la cosecha. El sistema, si se introduce la fecha de la siembra y el tipo de semilla, proporciona información sobre el desarrollo de los cultivos en distintas etapas de la producción. CropIn está siendo utilizada por 40 empresas y beneficia a unos 100.000 agricultores de 15 estados de la India²³.

19. La reducción del consumo de energía en aras de la sostenibilidad y la gestión eficaz y eficiente de la distribución de energía en un mundo cada vez más urbanizado siguen constituyendo retos. Es más fácil lograr el equilibrio entre la demanda y la oferta de energía con el uso de tecnologías de macrodatos. Las redes inteligentes pueden aumentar el papel de las fuentes renovables en la distribución y la producción de energía al permitir que los hogares equipados con paneles solares o turbinas de viento suministren la energía excedentaria a la red eléctrica. La información en tiempo real proporcionada por las redes inteligentes ayuda a las empresas de servicios públicos a mejorar sus respuestas a los cambios en la demanda y sus costes y emisiones del suministro de energía, así como a evitar grandes cortes de energía²⁴. Por ejemplo, Zenatix, empresa emergente con sede en Nueva Delhi, distribuye contadores inteligentes y sensores de temperatura para ayudar a los hogares y las oficinas a reducir el consumo de energía mediante alertas en forma de mensajes. Un ejemplo del éxito de la empresa es que ha logrado que el Indraprastha

²¹ J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh y A. H. Byers, 2015, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity (McKinsey Global Institute).

²² Pulso Mundial de las Naciones Unidas, 2015, Data visualization and interactive mapping to support response to disease outbreak, Global Pulse Project Series, núm. 20.

²³ P. Vikram Singh, 2015, The start-up revolution: Smart solutions for social good, Governance Now, 17 de agosto.

²⁴ UNCTAD, 2015, Science, Technology and Innovation for Sustainable Urbanization, UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation, núm. 10 (Nueva York y Ginebra, publicación de las Naciones Unidas).

Institute of Information Technology de Nueva Delhi ahorre casi 30.000 dólares al año en costes de consumo de energía²⁵.

20. La producción y la distribución eficiente de agua, especialmente en las zonas urbanas, es un desafío permanente para los gobiernos nacionales, regionales y locales. Los dispositivos asociados a la Internet de las cosas, tales como los sensores, los medidores, y los teléfonos móviles, se pueden aprovechar para una gestión más inteligente del agua, como en el ejemplo de una red inalámbrica de sensores para supervisar y estudiar la calidad del agua en Bangladesh.

21. La recopilación y la medición de indicadores de desarrollo será fundamental para el seguimiento de los progresos hacia el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este contexto, los interesados, incluidas las organizaciones internacionales, los profesores universitarios y las empresas, están estudiando la manera en que los macrodatos pueden contribuir a las actividades de supervisión de los Objetivos²⁶. Por ejemplo, un estudio realizado por el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas utilizó datos móviles para evaluar la seguridad alimentaria. Los resultados mostraron que el tiempo de conexión podía servir de indicador aproximado del gasto en alimentos²⁷. Sin embargo, para transformar los macrodatos en información que se pueda utilizar para supervisar los progresos en el desarrollo hay requisitos específicos en términos de conjuntos de habilidades y tecnologías, además de la necesidad de lograr el acceso a los conjuntos adecuados de datos²⁸. Además, se debe prestar atención a los países que están produciendo menos datos y/o tienen menos capacidad en el análisis de datos, como los PMA, para evitar añadir nuevos factores a la brecha digital²⁹.

22. Asimismo, los macrodatos y los sensores de la Internet de las cosas se pueden utilizar para la investigación y el desarrollo. Estas tecnologías permiten a los investigadores analizar y descubrir patrones de datos científicos que han estado hasta ahora fuera de su alcance. Hay muchas esferas en las que estas capacidades son extremadamente relevantes, como la predicción meteorológica y la comprensión del funcionamiento del cerebro humano. Sin embargo, los macrodatos y la Internet de las cosas también plantean desafíos para la ciencia. Algunos de ellos están relacionados con: a) la facilitación del acceso a datos financiados con fondos públicos; b) la protección de datos; c) el reto de que las oportunidades de investigación ofrecidas por los macrodatos y la Internet de las cosas estén disponibles en todo el mundo, especialmente en los PMA³⁰.

23. Muchas tecnologías de macrodatos y algoritmos de inteligencia artificial se basan en tecnología con licencias de acceso abierto. Ello hace que se pueda disponer libremente de ellas para su utilización, distribución, modificación y adaptación. También crea oportunidades para la innovación local y en favor de los pobres adaptada a las necesidades y los mercados locales. Mediante la utilización de licencias de acceso abierto, las universidades locales podrían adaptar las tecnologías de macrodatos y los algoritmos de aprendizaje automático, orientándolos hacia los desafíos nacionales. Sin embargo, para trabajar e innovar con estas tecnologías los ciudadanos necesitan conocimientos adecuados (por ejemplo, la capacidad para analizar y visualizar los macrodatos, lo cual requiere

²⁵ V. Dora, 2015, Will energy and water challenges propel an IoT wave in India?, Your Story, 20 de julio.

²⁶ Por ejemplo, la labor de la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas y Pulso Mundial.

²⁷ Pulso Mundial de las Naciones Unidas, 2015, *2014 Annual Report*.

²⁸ Pulso Mundial de las Naciones Unidas, 2013, *Big data for development: A primer*, pág. 7.

²⁹ *Ibid.*, pág. 6.

³⁰ Consejo Internacional para la Ciencia, InterAcademy Partnership, Academia Mundial de Ciencias y Consejo Internacional de las Ciencias Sociales, 2015, *Open Data in a Big Data World: An International Accord*. Versión abreviada disponible en <http://www.icsu.org/science-international/accord/open-data-in-a-big-data-world-short> (consultada el 23 de febrero de 2016).

conocimientos de matemáticas e informática)³¹. Ello pone de relieve la importancia de la creación de capacidad a fin de que se puedan aprovechar estas nuevas tecnologías.

24. Además, la aparición de pequeños empresarios que aprovechan estas y otras tecnologías, como la impresión tridimensional, ha dado lugar a un nuevo “movimiento hacedor”. Se ha señalado que esta tendencia puede cambiar la naturaleza de los productores en la cadena de suministro, lo cual hace que los macrodatos sean incluso más valiosos³². Sin embargo, hay preocupaciones por las posibilidades económicas de los movimientos hacedores. Esas preocupaciones están relacionadas con la capacidad de los empresarios para acumular los conocimientos necesarios para introducir productos que puedan competir con equipos de diseño y organizaciones de fabricación de reconocida competencia³³.

B. Preocupaciones y desafíos relacionados con los macrodatos y la Internet de las cosas

25. El desarrollo y la aplicación cada vez mayores de los macrodatos y la Internet de las cosas ha planteado preocupaciones por las amenazas específicas relacionadas con estas tecnologías digitales que pueden afectar a los derechos de los ciudadanos. Se trata del acceso a Internet, la intimidad, la propiedad de los datos, la concentración del mercado y los marcos de seguridad, entre otras. Una mayor comprensión de las repercusiones de estas cuestiones para las sociedades puede ayudar a los encargados de la formulación de las políticas a hacerles frente de manera adecuada.

26. Los análisis de macrodatos se utilizan con frecuencia para predecir lo que va a pasar, pero no por qué. Ello significa que los datos se utilizan en gran medida para identificar la correlación y no para analizar la causalidad. Como las personas perciben el mundo como causa y efecto, las conclusiones sobre la correlación extraídas de los macrodatos se pueden utilizar en apoyo de hipótesis causales defectuosas. Ello podría dar lugar a inferencias y conclusiones incorrectas sobre las medidas que hay que adoptar y el sistema que se está midiendo³⁴. Es decir, que las cuestiones de causalidad se deben tener en cuenta cuando se recurre al análisis de macrodatos. Además, es importante reconocer que los posibles beneficios de los macrodatos y la Internet de las cosas no dependen de la cantidad de información disponible, sino de nuestra capacidad para entender esos datos para obtener información útil. Este aspecto se suele malinterpretar y podría dar lugar a conclusiones inexactas.

27. El despliegue y la utilización cada vez mayores de los macrodatos y la Internet de las cosas pueden crear un gran número de oportunidades de empleo. Por ejemplo, según las estimaciones para los Estados Unidos de América, en 2014 había unos 500.000 puestos de trabajo relacionados con los macrodatos (los puestos relacionados con los macrodatos eran aquellos que requerían conocimientos al respecto, como análisis de datos o programas de macrodatos)³⁵. Las posibilidades para que los países participen de manera activa y competitiva en los mercados mundiales dependen, entre otros factores, de su capacidad para ofrecer una fuerza de trabajo cualificada que pueda comprender y crear valor a partir de la corriente sin precedentes de datos creada por estas innovaciones. Algunos de los empleos

³¹ Foro Económico Mundial, 2016, *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution* (Ginebra).

³² C. Anderson, 2012, *Makers: The New Industrial Revolution* (Nueva York, Crown Business).

³³ A. Jackson, 2014, *Makers: The new industrial revolution*, *Journal of Design History*, 27(3): 311 y 312.

³⁴ V. Mayer-Schönberger y K. N. Cukier, 2013, *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think* (Boston, Houghton Mifflin Harcourt), pág. 163.

³⁵ M. Mandel, 2014, *Where are the big data jobs?* (Washington D.C., Progressive Policy Institute).

relevantes relacionados con los macrodatos y la Internet de las cosas son las matemáticas, la informática y la ingeniería³⁶. Además de una fuerza de trabajo cualificada, las aplicaciones eficaces de la Internet de las cosas y los macrodatos requerirán toda una serie de marcos de infraestructura de apoyo y políticas propicias, tales como los recursos de computación en la nube y las normas de interoperabilidad.

IV. Impresión tridimensional

28. La impresión tridimensional consiste en crear productos físicos aplicando capas sucesivas del material deseado para producir una estructura tridimensional³⁷. Constituye un cambio en el modo de producción al incorporar la “capacidad de convertir los datos en cosas y las cosas en datos”³⁸.

29. Aunque la impresión tridimensional se inventó hace aproximadamente tres decenios, la importante reducción de costes y los avances complementarios en el diseño asistido por computadora, Internet, los nuevos materiales de fabricación y la computación en la nube la han convertido en una tecnología viable para los fabricantes mundiales. Según las estimaciones, el mercado de la impresión tridimensional está creciendo considerablemente y a un ritmo rápido tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo³⁹.

A. Impresión tridimensional y desarrollo sostenible

30. La impresión tridimensional podría constituir una oportunidad para los países que no cuentan con una capacidad significativa de fabricación y dependen de la importación masiva de bienes de consumo. La impresión tridimensional tiene aplicaciones en diversas esferas pertinentes para el desarrollo sostenible, incluido el desarrollo empresarial, la sostenibilidad ambiental, la vivienda y la construcción, y la educación.

31. En el ámbito del desarrollo empresarial, especialmente en el sector manufacturero, la impresión tridimensional tiene la capacidad de ofrecer grandes oportunidades de personalización: iniciar una producción a gran escala sin grandes inversiones de capital de costes fijos y con un coste variable inferior al de los métodos tradicionales; acelerar la producción gracias a unos ciclos de diseño, tramitación y producción más breves; y simplificar la cadena de suministro, puesto que los productos se producen más cerca del lugar de demanda y con un inventario mucho menor⁴⁰. Además, la impresión tridimensional podría facilitar la innovación local debido a la simplificación del proceso y de la cadena de producción. La impresión tridimensional también ofrece la posibilidad de reducir los desechos, puesto que el material no utilizado se vuelve a usar en la impresión sucesiva.

32. En lo que respecta a la sostenibilidad ambiental, las tecnologías de impresión tridimensional podrían contribuir a la disociación entre el crecimiento económico por un lado y las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso excesivo de los recursos por

³⁶ Véase la nota 31.

³⁷ D. Cohen, K. George y C. Shaw, 2015, Are you ready for 3-D printing?, *McKinsey Quarterly*, febrero.

³⁸ A. T. Kearney Inc., 2015, *3D Printing: A Manufacturing Revolution*, disponible en <https://www.atkearney.com/documents/10192/5992684/3D+Printing+A+Manufacturing+Revolution.pdf/bf8f5c00-69c4-4909-858a-423e3b94bba3> (consultada el 25 de febrero de 2016).

³⁹ Wohlers Associates, 2014, *Wohlers Report 2014: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report* (Fort Collins).

⁴⁰ Véase la nota 38.

otro si se aplicaran a volúmenes mayores de producción en la industria de los bienes de consumo o la industria del automóvil⁴¹.

33. En el sector de la construcción, se han utilizado prototipos de impresión tridimensional para construir de manera económica y rápida edificios a fin de demostrar experimentos en todo el mundo⁴². Esta tecnología puede contribuir a hacer frente a los desafíos relacionados con la prestación de vivienda eficiente y sostenible. Las ventajas de la impresión tridimensional en la construcción comprenden la construcción más precisa y rápida de edificios, así como la reducción de los costes laborales, la generación de residuos y los riesgos para la salud y la seguridad. Por último, en el sector de la educación la impresión tridimensional puede contribuir al aprendizaje innovador puesto que los conceptos abstractos se imprimen en modelos físicos tridimensionales que ayudan a la comprensión de los estudiantes.

B. Preocupaciones y desafíos relacionados con la impresión tridimensional

34. Aunque la impresión tridimensional puede contribuir a la diversificación económica, reducir las emisiones de carbono y facilitar el aprendizaje innovador, así como otras aplicaciones sectoriales e intersectoriales, es necesario tomar en consideración diversas cuestiones para explotar las posibilidades de la tecnología reduciendo al mismo tiempo al mínimo sus riesgos.

35. En primer lugar, el amplio despliegue de esta tecnología puede afectar a los patrones de empleo, especialmente en la industria manufacturera. Si la impresión tridimensional madura hasta un punto en el que pueda perturbar la fabricación tradicional, es posible que afecte a la demanda de trabajadores para las fábricas en países con sólidas industrias manufactureras⁴³. Es necesario seguir investigando para examinar el posible efecto en los mercados de trabajo, especialmente en los países en desarrollo y los PMA.

36. En segundo lugar, el posible despliegue de la impresión tridimensional en los procesos de producción pone de manifiesto la necesidad de actualizar los conocimientos de la fuerza de trabajo para proporcionar técnicos y especialistas cualificados que puedan crear y gestionar sistemas avanzados y automatizados de producción⁴⁴.

37. En tercer lugar, la impresión tridimensional podría influir en el comercio de bienes. Ello se debe al efecto que la impresión tridimensional puede tener en la simplificación de la cadena de suministro, y que podría entrañar que el comercio de bienes sea sustituido por la transmisión de datos⁴⁵. Sin embargo, es necesario tener en cuenta cuestiones técnicas y de costes antes de que la impresión tridimensional supere su actual fase de prototipo y pase a apoyar la producción en las cadenas mundiales de fabricación⁴⁶.

⁴¹ M. Gebler, A. J. M. Schoot Uiterkamp y C. Visser, 2014, A global sustainability perspective on 3D printing technologies, *Energy Policy*, 74: 158 a 167.

⁴² Véase un ejemplo de viviendas que se imprimieron en tres dimensiones y se construyeron en China en <http://www.ibtimes.co.uk/china-recycled-concrete-houses-3d-printed-24-hours-1445981> (consultada el 23 de febrero de 2016).

⁴³ J. Lanier, 2013, *Who Owns the Future?* (Nueva York, Simon & Schuster).

⁴⁴ Véase la nota 31.

⁴⁵ Fung Global Institute, Universidad Tecnológica de Nanyang y Organización Mundial del Comercio, 2013, *Global Value Chains in a Changing World* (Ginebra, Organización Mundial del Comercio).

⁴⁶ Véase la nota 38.

38. En cuarto lugar, las impresoras tridimensionales también tienen consecuencias ambientales negativas. Se trata de la tendencia a consumir más energía eléctrica que otras formas de fabricación (por ejemplo, en comparación con el moldeo por inyección), las emisiones insalubres a la atmósfera (especialmente en el entorno doméstico) y el aumento de la dependencia de los plásticos⁴⁷. Por lo tanto, para que la impresión tridimensional contribuya a un desarrollo más sostenible, se requieren esfuerzos concertados para innovar de manera que se aumenten al máximo los posibles beneficios ambientales y se reduzcan al mínimo los costes ambientales conexos.

39. En quinto lugar, la impresión tridimensional podría plantear cuestiones de propiedad intelectual, privacidad y protección de los datos, y ciberdelincuencia que tal vez requieran la atención de los encargados de formular las políticas. En particular, esta tecnología podría tener un efecto negativo en los productores de productos físicos. Ello se debe a que no está claro si el libre intercambio de modelos tridimensionales en Internet seguirá una trayectoria similar a la de la música digital durante el último decenio. Además, la impresión tridimensional puede plantear amenazas que habrá que afrontar con respecto al intercambio de datos y la impresión de objetos perjudiciales y peligrosos.

V. Automatización digital y futuro del trabajo

40. Antiguamente se pensaba que había una división entre el trabajo humano y el digital, en la que las personas se centran en tareas que no se podían reducir a reglas o algoritmos y las computadoras se centran en tareas de procesamiento de información con reglas bien definidas⁴⁸. A raíz de los últimos avances en la tecnología, no obstante, una serie más amplia de tareas no rutinarias se está convirtiendo en automatizable⁴⁹.

41. La automatización digital se caracteriza por la capacidad de las computadoras para asumir cada vez más tareas relacionadas con el trabajo cognitivo y no solo físico⁵⁰. Las características de la reciente automatización digital son que: a) las computadoras pueden realizar tareas cognitivas y no solo físicas; b) el ritmo de destrucción de empleo es más rápido que el de creación⁵¹. La automatización del trabajo en el pasado y en la actualidad ha tenido importantes repercusiones en las políticas públicas de empleo, los mercados de trabajo y el crecimiento económico en general.

A. Repercusiones de la automatización digital en el empleo

42. Cabe esperar que la automatización digital libere a los trabajadores para que puedan realizar tareas más creativas e interesantes, así como actividades culturales, relegando las actividades más previsibles y rutinarias a las máquinas⁵². Sin embargo, habida cuenta de que la automatización incrementa la productividad de los trabajadores y puede aumentar la escala de las operaciones a un coste marginal, puede eliminar la necesidad de trabajadores. Por ejemplo, hay quienes sostienen que los vehículos sin conductor eliminarán la necesidad

⁴⁷ L. Gilpin, 2014, The dark side of 3D printing: 10 things to watch, *TechRepublic*, 5 de marzo.

⁴⁸ E. Brynjolfsson y A. McAfee, 2014, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* (Nueva York, Norton).

⁴⁹ C. Benedikt Frey, M. A. Osborne y C. Holmes, 2016, Technology at work v2.0: The future is not what it used to be (Oxford Martin Institute y Citi), pág. 11.

⁵⁰ D. H. Autor, 2015, Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation, *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3): 3 a 30.

⁵¹ Véase la nota 48.

⁵² UNCTAD, 2016, Harnessing emerging technological breakthroughs for the 2030 Agenda for Sustainable Development, Reseña de Orientación Política núm. 45.

de taxistas, conductores de autobuses y camioneros y que las enfermeras y los trabajadores que dispensan cuidados podrían ser reemplazados por robots de cuidados personales⁵³.

43. En cuanto a los posibles efectos de la automatización, la investigación reciente con datos de los Estados Unidos ha demostrado que aproximadamente el 47% del empleo total en ese país corre el riesgo de ser informatizado. Más concretamente, los trabajadores de los Estados Unidos en los sectores del transporte, la logística y la asistencia administrativa son los que corren un mayor riesgo. Además, muchos trabajadores del sector de los servicios también tienen puestos de trabajo altamente susceptibles de informatización. Asimismo, hay indicios de que los salarios y el nivel de instrucción guardan una correlación negativa con la probabilidad de informatización⁵⁴. Se prevé la supresión de más puestos de trabajo de cualificación media en el contexto de los Estados Unidos⁵⁵.

44. El aumento de la automatización podría desencadenar un ciclo de desplazamiento hacia el trabajo estratificado, que podría dar lugar a desigualdades cada vez mayores y la reducción del bienestar⁵⁶. El trabajo se puede dividir en rutinario y no rutinario, y manual y cognitivo. Las tareas rutinarias, es decir, las que se prestan a que se den instrucciones a una computadora sobre la manera de reproducirlas, son las más susceptibles de automatización digital, independientemente de si esas tareas son manuales (por ejemplo, parte de las operaciones de la línea de montaje) o cognitivas (por ejemplo, la introducción rutinaria de datos en una base de datos informática).

45. Este desplazamiento cada vez mayor hacia el trabajo estratificado se conoce como polarización del empleo: el colapso de la demanda de trabajadores con una cualificación media, mientras que los trabajos cognitivos no rutinarios (como los de análisis financiero) y los trabajos manuales no rutinarios (como los de peluquería) se han mantenido relativamente bien⁵⁷. La razón por la que los trabajos manuales no rutinarios se han mantenido bien es que en la actualidad es muy difícil que un robot imite la destreza y la flexibilidad del movimiento humano. Además, no es fácil convertir los empleos cognitivos no rutinarios en rutinarios, puesto que requieren niveles de creatividad y tareas cognitivas no evidentes que en la actualidad es difícil expresar mediante algoritmos informáticos. Sin embargo, los empleos entre estos dos extremos son los trabajos de cualificación media que están desapareciendo, polarizando los puestos de trabajo restantes en trabajos manuales no rutinarios y trabajos cognitivos no rutinarios. En cambio, las ocupaciones en las que las computadoras y las capacidades cognitivas humanas se complementan estrechamente, como las relacionadas con las tareas no rutinarias, pueden resistir mejor los procesos de automatización. Además, se ha constatado que la percepción y la manipulación, y la inteligencia creativa y social son tareas menos susceptibles de automatización⁵⁸.

46. Asimismo, la automatización puede afectar a las mujeres y los hombres de manera diferente. Las mujeres son escasas en los puestos relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y, por lo tanto, tal vez no puedan aprovechar el aumento de la demanda de trabajadores cualificados en esas esferas. Según un estudio reciente sobre 13 grandes economías desarrolladas y emergentes, el empleo de las mujeres se

⁵³ Véase la nota 48.

⁵⁴ C. Benedikt Frey y M. A. Osborne, 2013, *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* (Oxford Martin School), págs. 44 y 45.

⁵⁵ Según un enfoque que clasifica los puestos de trabajo sobre la base de los niveles de educación y capacitación, los empleos de "cualificación media" son los que suelen requerir un nivel de educación y capacitación superior a la enseñanza media, pero inferior al grado universitario: H. J. Holzer y R. I. Lerman, 2009, *The future of middle-skill jobs*, Center on Children and Families Briefs núm. 41 (Brookings), pág. 1.

⁵⁶ Véase la nota 52.

⁵⁷ Véase la nota 48.

⁵⁸ Véase la nota 49.

concentra en ocupaciones de escaso crecimiento o en disminución, como las de ventas, negocios y secretaría. Al mismo tiempo, el número de mujeres es también inferior en sectores en los que se espera que la automatización suprima puestos de trabajo, como los de la industria manufacturera y la construcción. Las proyecciones basadas en el estudio revelaron que la carga de la pérdida prevista de empleos debido al cambio tecnológico perturbador se reparte casi por igual entre las mujeres y los hombres en estas esferas⁵⁹.

B. Preocupaciones y desafíos relacionados con la automatización

47. La automatización digital puede aumentar la productividad laboral y la escala de las operaciones. Ello podría beneficiar a los trabajadores al relegar las actividades más predecibles y rutinarias a los robots, y podría ampliar la ventaja comparativa de los trabajadores con competencias de resolución de problemas, adaptabilidad y creatividad. Sin embargo, la automatización podría reducir el número de puestos de trabajo disponibles en ocupaciones con tareas rutinarias y dar lugar a un cambio en la composición del empleo, así como en las funciones de los puestos en todos los sectores⁶⁰.

48. La automatización digital podría tener graves consecuencias en las perspectivas de empleo, especialmente en los países en desarrollo que dependen de la mano de obra barata como ventaja competitiva. Es probable que estos países sean los más afectados por la automatización digital en los próximos años, puesto que, si la mano de obra se puede sustituir por robots y otros tipos de automatización, la ventaja competitiva de los salarios bajos desaparecerá en gran medida. En este sentido, en un informe reciente⁶¹ se ha estimado que dos tercios de todos los trabajos podrían ser susceptibles de automatización en los países en desarrollo en los próximos decenios. Sin embargo, en el informe también se pone de relieve que la destrucción neta de empleo a gran escala debido a la automatización no debería ser una preocupación para la mayoría de los países en desarrollo a corto plazo. Ello se debe a dos razones: se crean nuevos empleos y nuevas tareas en las ocupaciones existentes; y las máquinas y la tecnología digital todavía no son perfectas, ni siquiera buenas, para muchas tareas.

49. Los países pueden ayudar a mitigar los posibles efectos negativos de la automatización impartiendo la educación y la capacitación necesarias para dar respuesta a las demandas de sus mercados laborales⁶². La prospectiva podría ser un instrumento útil para predecir la manera en que numerosas personas serán reemplazadas por las computadoras y en qué sectores⁶³. Estas consecuencias para el empleo se deberían investigar y se deberían tener en cuenta en la planificación de las políticas nacionales de desarrollo económico, incluidos los mercados de trabajo, las políticas de educación y formación, y la política industrial. Si algunos sectores se ven particularmente afectados, los encargados de la formulación de las políticas pueden estructurar de forma proactiva los mercados de trabajo y la política educativa en respuesta a tales desafíos, de conformidad con los objetivos nacionales de desarrollo.

⁵⁹ Véase la nota 44.

⁶⁰ Véase la nota 50.

⁶¹ Banco Mundial, 2016, *Informe sobre el desarrollo mundial 2016: Dividendos digitales* (Washington D.C.).

⁶² Véase la nota 50.

⁶³ Cabe mencionar como ejemplo un reciente ejercicio de prospección tecnológica realizado en Singapur sobre la automatización y el futuro del empleo. Véase Centre for Strategic Futures, 2015, *Foresight*, Oficina del Primer Ministro, disponible en <http://www.csf.gov.sg> (consultada el 24 de febrero de 2016).

VI. Cursos en línea masivos y abiertos y aprendizaje digital

50. Los cursos en línea masivos y abiertos son cursos que permiten el acceso abierto y la participación a través de Internet y pueden contribuir al aprendizaje electrónico⁶⁴. Además de las videoconferencias en línea, los CEMA se caracterizan por las relaciones sociales en línea, métodos interactivos de aprendizaje, y profesores ayudantes comunitarios que ayudan a moderar los foros. Asimismo, debido a la naturaleza digital de la transmisión de los contenidos educativos, los CEMA permiten el seguimiento de las actividades y el rendimiento de los estudiantes.

A. Cursos en línea masivos y abiertos y desarrollo sostenible

51. Los cursos en línea masivos y abiertos podrían contribuir al logro del cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible, “Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos”. Los CEMA ofrecen la posibilidad de impartir educación de masas a bajo coste⁶⁵. Los CEMA pueden revolucionar la educación, especialmente en las regiones de escasos recursos. Esto tiene repercusiones económicas y sociales al reducir el coste de la ampliación de la educación y hacer que la población necesitada pueda disponer de contenidos educativos de alta calidad.

52. Sin embargo, diversos factores pueden reducir las posibilidades de acceso y uso de los CEMA. Algunos están relacionados con el acceso a la infraestructura y con el contenido del material educativo. En cuanto a la infraestructura, la participación en CEMA requiere que los usuarios tengan acceso a una conexión a Internet fiable, así como a *software* y *hardware* actualizados. Es decir, que los estudiantes de las regiones menos interconectadas, así como las zonas rurales que carezcan de Internet y/o infraestructura eléctrica, no se beneficiarían de los CEMA⁶⁶. Esto pone de relieve la importancia de reducir la brecha digital como primer paso para que los ciudadanos puedan aprovechar las TIC emergentes.

53. En relación con el contenido, las cuestiones lingüísticas, así como la pertinencia de los contenidos locales, son algunos de los factores que pueden obstaculizar el uso de los CEMA. En la mayoría de los casos, los cursos y el material de los CEMA se ofrecen en inglés⁶⁷. Esto podría limitar las posibilidades de utilización de estos instrumentos de aprendizaje electrónico por personas procedentes de países de habla no inglesa. Además, el contenido proporcionado por los CEMA, que suele estar normalizado, tal vez no sea pertinente o adecuado para el contexto y las necesidades y las prioridades educativas locales.

54. Las tecnologías digitales de aprendizaje como los CEMA no garantizan la mejora de los resultados educativos, y solo a través de la experimentación, el seguimiento y la evaluación se puede evaluar su efecto. Los CEMA y otras tecnologías de aprendizaje electrónico se deberían diseñar y aplicar en respuesta a las necesidades educativas. Además, al analizar la sostenibilidad y la ampliación de los proyectos de aprendizaje electrónico, es

⁶⁴ Otra iniciativa de aprendizaje electrónico en apoyo del aprendizaje y la educación abiertos es Recursos Educativos Abiertos. Véase más información en UNESCO, 2015, *A Basic Guide to Open Educational Resources (OER)*, disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002158/215804e.pdf> (consultada el 24 de febrero de 2016).

⁶⁵ Presentación de M. Sharples en la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 12 de enero de 2016.

⁶⁶ J. Hansen y J. Reich, 2015, Democratizing education? Examining access and usage patterns in massive open online courses, *Science*, 350(6265): 1245 a 1248.

⁶⁷ B. Moser-Mercer, 2014, MOOCs in fragile contexts, en Proceedings of the European MOOCs Stakeholders Summit 2014, Lausana, 10 a 12 de febrero.

necesario tomar en consideración los objetivos educativos, así como los enfoques pedagógicos apropiados para un país o región específico.

VII. Lecciones en materia de políticas

55. Este capítulo se basa en los debates temáticos celebrados durante la reunión de expertos entre períodos de sesiones de la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo en enero de 2016 en Budapest, y en las investigaciones llevadas a cabo para preparar el presente informe. En los debates se trató el efecto de las tecnologías emergentes examinadas en el informe en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este contexto, se han extraído tres lecciones en materia de políticas.

A. Los requisitos básicos para aprovechar las tecnologías de la información y las comunicaciones siguen siendo pertinentes

56. Hay diferencias sustanciales al comparar el contexto en el que se crean las tecnologías digitales en la actualidad con el de hace un decenio. Las nuevas tecnologías se están desarrollando en un entorno caracterizado por la omnipresencia de las tecnologías digitales debido a la creciente ubicuidad de los teléfonos móviles y el acceso a Internet. Además, están surgiendo en un contexto mundial que ha sido testigo recientemente del acuerdo sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible. A pesar de estas diferencias, tanto las tecnologías antiguas como las emergentes comparten algunos puntos en común en relación con las oportunidades que ofrecen y los desafíos que suponen para los países y las sociedades. Esto pone de relieve la importancia de seguir abordando los elementos básicos de las políticas de desarrollo (como el acceso a la energía, la salud, y la inversión y los conocimientos) y aprovechando las enseñanzas y las experiencias del pasado.

57. Es importante reconocer y entender que la aplicación de las tecnologías digitales puede tener efectos negativos en la integración social y puede conducir a la desigualdad. Por ejemplo, los macrodatos y las tecnologías digitales conexas pueden acentuar las desigualdades entre los ciudadanos. Estas brechas se pueden producir entre los países, en cuyo caso los países en desarrollo y los PMA se quedan aún más rezagados, y dentro de ellos, debido al género, la raza, la ubicación geográfica y otros factores.

B. El contexto local y los conocimientos son fundamentales para aumentar al máximo los beneficios de las tecnologías de la información y las comunicaciones

58. El desarrollo y la aplicación de tecnologías emergentes deberían dar respuesta a las necesidades locales e impulsar la innovación. Las nuevas tecnologías contribuyen al desarrollo sostenible cuando tienen en cuenta el contexto socioeconómico y político de los países e incluyen consideraciones favorables a los pobres, inclusivas y centradas en las personas.

59. Las capacidades locales son esenciales para que los países se beneficien de las nuevas tecnologías digitales reduciendo al mismo tiempo al mínimo sus efectos negativos. Esto pone de relieve la necesidad de esfuerzos concertados de todos los interesados para adaptarse de forma proactiva a los cambios en la demanda de habilidades de los mercados de trabajo.

C. Es necesario que los marcos normativos se adapten en respuesta a los nuevos desafíos planteados por las tecnologías emergentes

60. Las tecnologías emergentes no solo crean oportunidades de desarrollo, sino que también dan lugar a desafíos. Estos desafíos están relacionados con la protección, el intercambio y la administración de datos y es necesario que los encargados de la formulación de las políticas los aborden. Además, las tecnologías emergentes pueden plantear nuevos retos en términos de derechos de los ciudadanos y equilibrio de poderes al considerar la manera en que la propiedad de los datos se distribuye entre los interesados. Cabe mencionar entre ellos la pérdida de privacidad, nuevas estructuras (corporativas) de poder que amenazan a la protección de los consumidores, y la dependencia de tecnologías digitales específicas.

61. Además, las nuevas tecnologías digitales permiten una gobernanza participativa de maneras inimaginables hasta ahora. Sin embargo, esa gobernanza requiere una sociedad civil comprometida, así como gobiernos que den prioridad a estos tipos de interacciones y puedan aprovechar de manera efectiva este tipo de tecnologías digitales.

D. La institucionalización de la prospectiva tecnológica puede contribuir a la formulación de políticas

62. La prospectiva puede contribuir a identificar las novedades tecnológicas y su efecto económico y social. Sin embargo, su característica más importante es que, cuando se aplica de conformidad con las políticas públicas, puede contribuir a configurar el futuro de una manera conveniente que permita aumentar al máximo los beneficios de las tecnologías mitigando los riesgos.

63. La prospectiva depende del nivel de análisis, con consecuencias diferentes en los intereses locales, regionales o mundiales. El reto más importante es institucionalizar el proceso de prospectiva de una manera que contribuya a las estrategias nacionales de desarrollo atendiendo al mismo tiempo a las necesidades locales. De este modo se puede asegurar que los interesados pertinentes participen no solo en la preparación de ejercicios hipotéticos, sino también en las iniciativas conexas en materia de políticas. Ello pone de relieve la importancia del proceso de prospectiva en relación con las tecnologías específicas analizadas en el ejercicio de prospectiva. Además, las posibilidades de la prospectiva como instrumento en diversos niveles (regional, local, sectorial) demuestran la importancia de las actividades de fomento de la capacidad, incluso mediante el uso de equipos de formadores que puedan facilitar la aplicación y la transferencia de conocimientos.

VIII. Conclusiones y propuestas

64. La reunión de expertos entre períodos de sesiones destacó las siguientes conclusiones y propuestas y las presentó para su examen por la Comisión en su 19º período de sesiones, que se celebrará en Ginebra del 9 al 13 de mayo de 2016.

A. Conclusiones principales

65. Las tecnologías digitales emergentes discutidas pueden crear ventajas para los países solo si disponen de la infraestructura complementaria necesaria (como, entre otras cosas, el capital humano, la infraestructura energética y los marcos legales) y una infraestructura digital de buena calidad (especialmente conectividad de banda ancha):

a) La institucionalización de la prospectiva tecnológica como parte de los procesos existentes de formulación de políticas y planificación nacional del desarrollo puede ayudar a los países a aprovechar de la mejor manera posible las oportunidades que ofrecen las novedades digitales y abordar simultáneamente los retos.

b) El análisis de macrodatos y la Internet de las cosas ofrecen grandes posibilidades de contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, pero plantean cuestiones de privacidad, seguridad y confidencialidad de los datos.

c) Muchas tecnologías de macrodatos y algoritmos de inteligencia artificial se basan en tecnología con licencias de acceso abierto. Ello proporciona oportunidades para la innovación integradora favorable a los pobres, y para la adaptación local de problemas acuciantes de desarrollo.

d) La impresión tridimensional tiene aplicaciones en diversas esferas pertinentes para el desarrollo sostenible, incluido el desarrollo empresarial, la sostenibilidad ambiental, la construcción y la educación. Sin embargo, podría tener efectos negativos en los mercados de trabajo, y crear problemas de seguridad y propiedad intelectual.

e) Aunque la impresión tridimensional todavía no es un proceso de fabricación muy utilizado, ofrece oportunidades tecnológicas que podrían reestructurar los procesos de producción. Cabe mencionar entre ellas las grandes posibilidades de personalización, la reducción de los costes variables y fijos de fabricación, y la simplificación de las cadenas de producción. Es necesario seguir investigando para determinar con exactitud la magnitud de las posibles oportunidades y retos, especialmente en los países en desarrollo y los PMA.

f) La automatización digital puede aumentar la productividad laboral y la escala de las operaciones. Ello podría beneficiar a los trabajadores al relegar las actividades más predecibles y rutinarias a los robots, y crear puestos de trabajo que requieran nuevas habilidades. Sin embargo, la automatización podría reducir el número de puestos de trabajo disponibles y dar lugar a un cambio en la composición del empleo, así como en las funciones de los puestos en todos los sectores. A fin de reducir los efectos negativos en el empleo, las habilidades de la fuerza de trabajo deberían poder satisfacer la nueva demanda de los posibles empleadores.

g) Los CEMA ofrecen la posibilidad de que los países, especialmente en las regiones de escasos recursos, impartan educación de masas a bajo coste. Sin embargo, los CEMA podrían aumentar las diferencias educativas y tecnológicas si no se destinan a los más necesitados.

B. Propuestas

66. Se alienta a los Estados miembros a que estudien las siguientes posibilidades:

a) Llevar a cabo ejercicios de prospectiva para entender el papel de las novedades digitales en sus propios contextos nacionales, especialmente en lo que respecta a sus posibilidades para contribuir a la consecución de los objetivos nacionales y mundiales de desarrollo.

b) Adoptar políticas nacionales apropiadas en apoyo del desarrollo, la adaptación y la difusión de las tecnologías digitales emergentes para aprovechar las oportunidades de dar saltos tecnológicos creadas por este tipo de tecnologías.

c) Desarrollar políticas normativas sobre los datos que equilibren los derechos individuales y colectivos, y protejan la privacidad y la seguridad, asegurando al mismo tiempo la innovación continua.

d) Crear conciencia sobre las posibles amenazas de las tecnologías digitales a los derechos de los ciudadanos y desarrollar políticas y estrategias apropiadas para abordarlas.

e) Estudiar la posibilidad de aprovechar las novedades digitales en aras del desarrollo sostenible mediante iniciativas dirigidas por los gobiernos (como, entre otras, los proyectos piloto financiados con fondos públicos) que puedan informar a la sociedad sobre las posibilidades de determinadas tecnologías digitales.

f) Seguir promoviendo un entorno propicio para el desarrollo digital a través de, entre otras cosas, el fortalecimiento de la infraestructura básica de TIC y la infraestructura complementaria (como el capital humano, la infraestructura energética y los marcos legales).

67. Se alienta a la Comisión a que adopte las siguientes medidas:

a) Servir de foro donde se puedan compartir las lecciones pertinentes que se extraigan de tales ejercicios de prospectiva, incluidos los tropiezos y las oportunidades de crecimiento y desarrollo;

b) Vigilar las novedades digitales cambiantes y sus repercusiones para el desarrollo sostenible y en particular para los PMA.
