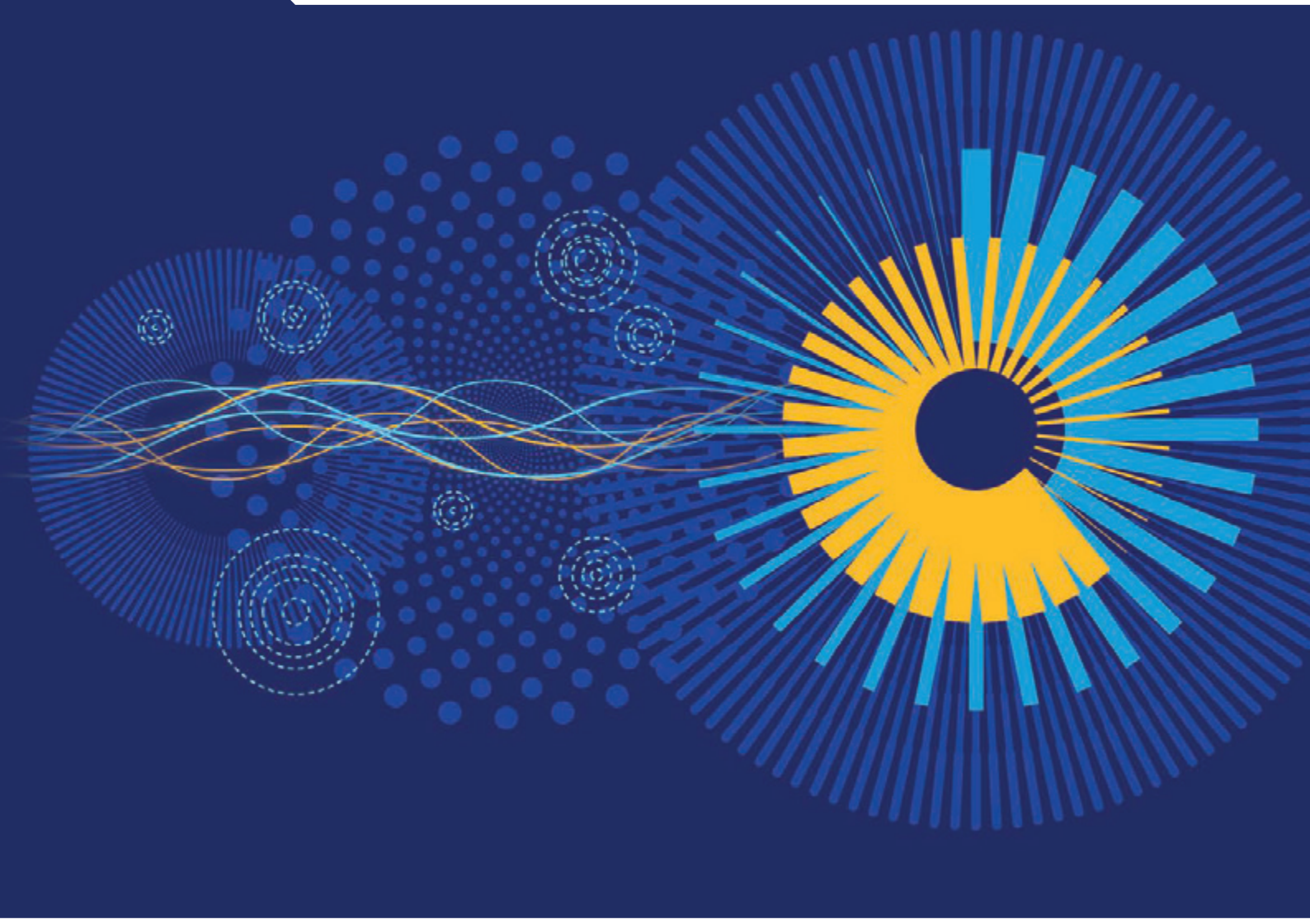
Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016

(Extractos)



OCDE

Traducción patrocinada por Microsoft

Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016 (Extractos)

Esta traducción no fue realizada por la OCDE ni debe considerarse una traducción oficial de la Organización. La OCDE no se hace responsable por algún error de traducción.

OCDE
MEJORES POLÍTICAS PARA UNA VIDA MEJOR

Traducción patrocinada por Microsoft

El presente trabajo se publica bajo la responsabilidad del Secretario General de la OCDE. Las opiniones expresadas y los argumentos utilizados en el mismo no reflejan necesariamente el punto de vista oficial de los países miembros de la OCDE. Tanto este documento como cualquier mapa que se incluya en él no conllevan perjuicio alguno respecto al estatus o la soberanía de cualquier territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de cualquier territorio, ciudad o área.

Esta es una traducción parcial de la obra publicada originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en
© 2018 Microsoft Latin America para esta edición en español

Los datos relativos a Israel son proporcionados por las autoridades israelíes conducentes y quedan bajo su responsabilidad. El uso que la OCDE hace de los mismos no conlleva perjuicios para el estatus de los Altos del Golán, Jerusalén Este y los asentamientos israelíes en Cisjordania conforme a los términos del derecho internacional.

Traducción: Alonso Santamaría

Edición y diagramación: Solar, Servicios Editoriales, S.A. de C.V.

Coordinación editorial: Centro de la OCDE en México para América Latina

No es una traducción oficial de la OCDE. La calidad de la traducción y su coherencia con el texto en el idioma original de la obra son de exclusiva responsabilidad de los autores de la traducción. En caso de cualquier discrepancia entre la obra original en inglés y la traducción al español, solamente el texto de la obra original se considerará válido.

Presentación a la edición en español

El mundo vive una coyuntura en que la tecnología es la protagonista de grandes cambios en la búsqueda de una mejora en la productividad, la educación, la salud y la comunicación de la sociedad. Como afirma la OCDE en la presente publicación, *Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016*, los acelerados cambios tecnológicos que han venido ocurriendo tienen y tendrán un profundo impacto en economías y sociedades, especialmente dentro de los próximos 15 años. Por ende, pensamos que es imperativo que haya un equilibrado conjunto de políticas y soluciones a futuro que busquen asegurar que este cambio sea para el bien de la comunidad.

Las innovaciones tecnológicas prometen, a la vez, aumentar el acceso a oportunidades económicas y, así, abordar varios de los problemas más apremiantes de la humanidad. En Microsoft somos optimistas y estamos comprometidos a aplicar nuestra tecnología para solucionar los problemas sociales actuales. Al mismo tiempo, somos conscientes de que esta tecnología debe utilizarse no solo para obtener beneficios económicos, sino también sociales, creando así tecnologías confiables, responsables e inclusivas.

En Latinoamérica aún tenemos camino por recorrer para incorporar algunos elementos que permitan a la comunidad aprovechar cabalmente los beneficios que ofrecen las nuevas tecnologías. La ausencia de conectividad de banda ancha, la falta de capacitación de la fuerza laboral en nuevas tecnologías y las restricciones normativas que limitan la capacidad de las pequeñas y medianas empresas para adoptar estas nuevas tecnologías, son algunos ejemplos. Pensamos que este es el momento para iniciar el debate e invitar a los gobiernos, industrias y sociedad civil a trabajar juntos para estos propósitos.

En virtud de lo anterior, y ratificando nuestro compromiso con el desarrollo de Latinoamérica, es con mucha satisfacción y gratitud a la OCDE que prestamos nuestro apoyo mediante el patrocinio de la edición en español de esta publicación.

Esperamos que resulte una herramienta útil para gobiernos, organizaciones y líderes de opinión, en su reto de formular las políticas públicas necesarias. Estamos confiados en que esta publicación será una contribución valiosa para la creación de nuevos mercados de productos y servicios digitales entre emprendedores y pequeñas y medianas empresas, así como un significativo aporte al desarrollo latinoamericano, su productividad y competitividad en este nuevo mundo digital.

Atentamente,

Robert Ivanschitz
Director de Asuntos Jurídicos
& Corporativos, Microsoft América Latina

Prefacio

Las *Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016* es la undécima publicación de una serie bienal diseñada para revisar las tendencias clave en ciencia, tecnología e innovación (CTI) en los países miembros de la OCDE y en algunas de las principales economías que no forman parte de la organización: Argentina, Brasil, China, Colombia, Costa Rica, Egipto, India, Indonesia, Lituania, Malasia, Perú, la Federación Rusa, Sudáfrica y Tailandia. Tiene como objetivo informar a los desarrolladores de políticas, representantes empresariales y analistas acerca de los cambios recientes y esperados en los patrones globales de CTI, y acerca de sus posibles implicaciones actuales y futuras sobre las políticas de CTI, tanto a nivel global como nacional.

Esta edición especial para América Latina contiene: el resumen ejecutivo de la publicación; un capítulo dedicado a las megatendencias que se espera tengan un fuerte impacto en la economía global y en el financiamiento de la innovación, en la sociedad futura y en su relación con la CTI, y en el estado actual y futuro de la política de CTI; una selección de tendencias emergentes en tecnología, enfocada en aquellas con características digitales; y los perfiles de siete países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú. Los perfiles ofrecen una visión de sus sistemas nacionales de innovación: sus características estructurales, su desempeño en términos de CTI y los recientes desarrollos de importancia en sus políticas de CTI. Los perfiles se enfocan en las prioridades e iniciativas nacionales de CTI introducidas de 2014 a 2016. Las *Perspectivas sobre CTI 2016* se basan en los trabajos empíricos y analíticos más recientes de la OCDE en innovación y políticas de innovación. Utiliza las respuestas de países miembros y no miembros a la **Encuesta Conjunta Internacional de la Comisión Europea/OCDE sobre Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI)**, anteriormente denominado Cuestionario Bienal de Políticas para las Perspectivas sobre CTI. Se basa en un marco estadístico de más de 300 indicadores relacionados con la CTI y recurre a los esfuerzos de largo plazo de la OCDE para la construcción de un sistema de parámetros comparables internacionalmente para monitorear la CTI y las políticas de CTI, y a esfuerzos recientes para desarrollar indicadores de CTI más experimentales.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), “Foreword”, en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-1-en.

Índice

Presentación a la edición en español 3

Prefacio 5

Acrónimos y abreviaturas 9

Resumen ejecutivo 13

Capítulo 1. Megatendencias relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación 17

Introducción 18

Demografía 22

Recursos naturales y energía 26

Cambio climático y medio ambiente 32

Globalización 38

Papel de los gobiernos 44

Economía, empleo y productividad 50

Sociedad 56

Salud, desigualdad y bienestar 60

Comentarios finales 66

Referencias 67

Capítulo 2. Tendencias tecnológicas a futuro 75

Introducción 76

El internet de las cosas 78

Análisis de datos masivos (*big data*) 81

Inteligencia artificial 85

Cadena de bloques (*Blockchain*) 88

Comentarios finales 92

Nota 94
Referencias 94

Figuras

2.1. 40 Tecnologías clave y emergentes para el futuro 77
2.2. Dispositivos en línea, los primeros 24 países, 2015 79
2.3. Principales economías con patentes en las tecnologías emergentes seleccionadas 83
2.4. Los algoritmos conducen cada vez más transacciones en forma autónoma 87
2.5. Poder de cómputo total de la red Bitcoin 91

Anexo por países

Argentina 97
Brasil 107
Chile 119
Colombia 131
Costa Rica 141
México 151
Perú 163

Acrónimos y abreviaturas

ARAP	Anticonceptivo reversible de acción prolongada
AIPGID	Asignaciones e inversiones del presupuesto del gobierno para I+D
CGV	Cadenas globales de valor
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CINE	Clasificación Internacional Normalizada de la Educación
CO_2	Dióxido de carbono
CPCT	Comité de Política Científica y Tecnológica de la OCDE
CR	Capital de riesgo
CT	Ciencia y tecnología
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
CTIM	Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas
DPI	Derechos de propiedad intelectual
ET	Empresa transnacional
ETC	Equivalente a tiempo completo
FMI	Fondo Monetario Internacional
GEID	Gasto empresarial en I+D
GESID	Gasto de educación superior en I+D
GIBID	Gasto interno bruto en I+D
GIGID	Gasto intramuros del gobierno en I+D
IED	Inversión extranjera directa
I+D	Investigación y desarrollo
IPI	Institución pública de investigación
OAMI	Oficina de Armonización del Mercado Interior
OCPI	Oficina Coreana de Propiedad Industrial
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
OEP	Oficina Europea de Patentes
OEPI	Oficina Estatal de la Propiedad Intelectual de la República Popular China

ONG Organización no gubernamental
OPJ Oficina de Patentes de Japón
PCT Tratado de Cooperación en materia de patentes
PCTI Encuesta y base de datos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación
PI Propiedad intelectual
PIB Producto interno bruto
PPA Parte con el poder adquisitivo
PYME Pequeña y mediana empresa
RHCT Recursos humanos en ciencia y tecnología
SPP Sociedad público-privada
TI Tecnologías de la información
TIC Tecnologías de la información y comunicaciones
UE Unión Europea
USD Dólar estadunidense
USPTO Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos
VTR Ventaja tecnológica revelada

Abreviaturas

ARG	Argentina	Peso argentino	ARS
AUS	Australia	Dólar australiano	AUD
AUT	Austria	Euro	EUR
BEL	Bélgica	Euro	EUR
BRA	Brasil	Real brasileño	BRL
CAN	Canadá	Dólar canadiense	CAD
CHE	Suiza	Franco	CHF
CHL	Chile	Peso chileno	CLP
CHN	República Popular China	Yuan renminbi	CNY
COL	Colombia	Peso colombiano	COP
CRI	Costa Rica	Colón	CRC
CZE	República Checa	Corona	CZK
DEU	Alemania	Euro	EUR
DNK	Dinamarca	Corona	DKK
EGY	Egipto	Libra egipcia	EGP
ESP	España	Euro	EUR
EST	Estonia*	Corona estonia	EEK

* Tanto Estonia (en 2011) como Lituania (en 2015) adoptaron también el euro.

EU	Unión Europea	Euro	EUR
FIN	Finlandia	Euro	EUR
FRA	Francia	Euro	EUR
GBR	Reino Unido	Libra británica	GBP
GRC	Grecia	Euro	EUR
HUN	Hungría	Forinto	HUF
IDN	Indonesia	Rupia	IDR
IND	India	Rupia india	INR
IRL	Irlanda	Euro	EUR
ISL	Islandia	Corona	ISK
ISR	Israel	Nuevo shéquel israelí	ILS
ITA	Italia	Euro	EUR
JPN	Japón	Yen	JPY
KOR	Corea	Won	KRW
LTU	Lituania	Litas lituana	LTL
LUX	Luxemburgo	Euro	EUR
LVA	Letonia	Lats letón	LVL
MEX	México	Peso mexicano	MXN
MYS	Malasia	Ringgit malasio	MYR
NLD	Países Bajos	Euro	EUR
NOR	Noruega	Corona	NOK
NZL	Nueva Zelanda	Dólar neozelandés	NZD
PER	Perú	Nuevo sol peruano	PEN
POL	Polonia	Zloty	PLN
PRT	Portugal	Euro	EUR
RUS	Federación Rusa	Nuevo rublo ruso	RUB
SVK	República Eslovaca	Corona	SKK
SVN	Eslovenia	Euro	EUR
ZAF	Sudáfrica	Rand sudafricano	ZAR
SWE	Suecia	Corona	SEK
THA	Tailandia	Baht tailandés	THB
TUR	Turquía	Lira turca	TRY
USA	Estados Unidos	Dólar americano	USD
ZAF	Sudáfrica	Rand sudafricano	ZAR

Agrupaciones de países

BRICS	Brasil, Federación Rusa, India, República Popular China, Sudáfrica
BRIICS	Brasil, Federación Rusa, India, Indonesia, República Popular China, Sudáfrica
EU28	Unión Europea (Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Chipre,[1] República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Reino Unido)
OCDE	Total OCDE

1. Nota por Turquía: La información referente a "Chipre" contenida en el presente documento está relacionada con la zona sur de la isla. No existe una autoridad única que represente tanto a Turquía como a la población griega chipriota en la isla. Turquía reconoce la República Turca del Norte de Chipre (RTNC). Turquía mantendrá su posición respecto al "problema de Chipre" hasta que se alcance una solución duradera y equitativa dentro del contexto de las Naciones Unidas.

Nota para todos los Estados Europeos Miembros de la OCDE y la Unión Europea: La República de Chipre cuenta con el reconocimiento de todos los miembros de las Naciones Unidas con la excepción de Turquía. La información contenida en el presente documento se relaciona con la zona bajo el control efectivo del Gobierno de la República de Chipre.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Acronyms", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-2-en.

Resumen ejecutivo

El mundo del futuro está destinado a ser de otra índole. Poderosas fuerzas que surgen de profundas tendencias socioeconómicas, ambientales, tecnológicas y políticas —llamadas "megatendencias"— están influyendo en el desarrollo de economías y sociedades, moldeando nuestro futuro, frecuentemente de maneras inesperadas. Estas megatendencias multidimensionales, que se refuerzan mutuamente y en ocasiones se oponen, afectarán la dirección y el ritmo del cambio tecnológico y los descubrimientos científicos, e influirán en las futuras actividades y políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI).

Las megatendencias están moldeando la capacidad y actividades futuras de CTI

Sociedades que envejecen, cambio climático, retos en el terreno de la salud y una creciente digitalización son, entre otros factores, los que previsiblemente darán forma a las futuras agendas de I+D y al alcance y magnitud de las demandas de innovación a futuro. Es probable que surjan novedosos mercados que creen nuevas necesidades de talento e impulsen un nuevo crecimiento y oportunidades de trabajo. Se están abriendo paso nuevos enfoques hacia el crecimiento sostenible, como por ejemplo a través de la economía circular.

El veloz ritmo de desarrollo económico en las economías emergentes, acompañado de las actividades transfronterizas de las transnacionales y una mayor fragmentación de las cadenas de valor globales, favorecerá también una distribución más amplia de las actividades de CTI por todo el planeta. Seguramente la competencia global por talento y recursos se intensificará, así como la producción y difusión de nuevos conocimientos. Los centros de excelencia se podrán beneficiar de esta competencia, concentrando aún más el mejor talento y los recursos a costa de los menos competitivos.

Sin embargo, las actividades de CTI pueden enfrentar serias restricciones de recursos. Es posible que un crecimiento insuficiente en las economías desarrolladas y emergentes, así como la competencia en la prioridad de políticas y agendas, limiten la disponibilidad de recursos financieros. Esto puede comprometer la capacidad de la CTI para enfrentar los retos futuros. De la misma forma, el envejecimiento de la población y los cambiantes patrones migratorios tendrán consecuencias inciertas en la disponibilidad de los talentos necesarios para la CTI.

Estas megatendencias plantean problemas urgentes que exigen como respuesta la generación de políticas, pero seguramente la capacidad de los gobiernos para intervenir

enfrentará limitaciones importantes, incluida una elevada deuda pública, crecientes amenazas a la seguridad internacional, una posible erosión de la cohesión social y la aparición de influyentes actores no estatales que desafían su autoridad y capacidad de acción.

La tecnología está destinada a afectar a las sociedades, con resultados inciertos

Los futuros desarrollos de la CTI pueden acelerar, intensificar o revertir la dinámica de las megatendencias. Pero estos acontecimientos también tienen el potencial de ofrecer soluciones a los retos que enfrentamos. Por ejemplo, la globalización se verá aún más fortalecida por los avances en las tecnologías de comunicaciones y transporte; el incremento del ingreso será impulsado cada vez más por los desarrollos de la CTI; la reducción de las emisiones de CO_2 dependerá del desarrollo de nueva tecnología de energía más limpia; y una mejor atención a la salud y el aumento de la expectativa de vida dependerán de la innovación en las tecnologías de la salud.

Por otra parte, las tecnologías emergentes conllevan diversos riesgos e incertidumbre, y muchas representan también importantes implicaciones éticas. La evolución de la CTI puede exacerbar la desigualdad si no se cuenta con una difusión más amplia de la innovación y el desarrollo de habilidades para su adopción. Los avances en inteligencia artificial y robótica generan preocupación acerca del futuro del trabajo; el internet de las cosas y el análisis de datos masivos, acerca de la privacidad; la impresión en 3D, acerca de la piratería y la propiedad intelectual; la biología sintética, acerca de la bioseguridad; y las neurociencias, acerca de la dignidad humana.

Aun así, se espera que las tecnologías emergentes tengan un amplio impacto en varios campos de aplicación, y a menudo dependerán de otras tecnologías "habilitadoras" para su desarrollo y explotación. La convergencia y combinación de tecnologías podría ser más apoyada por la organización del trabajo transdisciplinario y la capacitación para adquirir nuevas habilidades.

La ciencia del sector público tiene un papel central, asumiendo que pueda manejar su propia transición

La ciencia del sector público seguirá teniendo una participación crucial en el desarrollo de conocimientos y habilidades para su explotación en la economía en general. Pero también experimentará su propia transformación. Las tecnologías emergentes están abriendo una nueva era en la investigación. Los datos masivos y los algoritmos están generando cantidades enormes de información, modificando los métodos científicos, los instrumentos y las habilidades requeridas, y generando nuevos campos de investigación.

La siguiente frontera es la ciencia abierta. Las prácticas de acceso abierto a los datos se están generalizando cada vez más. Alentar el intercambio y la reutilización de los datos de investigación podría generar más valor para el dinero público invertido. La ciencia también se está volviendo una labor cada vez menos institucionalizada, con ciudadanos que conducen sus propias investigaciones al lado de la comunidad científica. Sin embargo, serán necesarios cambios profundos en la cultura académica para alcanzar en su totalidad el potencial de una ciencia más abierta.

Los problemas de financiamiento evolucionarán. Es poco probable que se incremente la proporción de gasto público que se asigna a la I+D, y ya es notoria la disminución del financiamiento público a las universidades en varios países. La ciencia pública requerirá nuevas fuentes de financiamiento, incluyendo a filántropos y fundaciones privadas, y esto tendrá efectos en las agendas futuras de I+D del sector público. Las oportunidades para hacer carrera en la investigación se mantendrán precarias, especialmente para las mujeres, con consecuencias para atraer a las futuras generaciones de investigadores.

En estos días, la atención de las políticas continúa centrada en las exigencias económicas inmediatas y en el aumento de eficiencia

La crisis financiera reciente golpeó con fuerza las actividades de CTI, y la subsecuente recuperación ha sido débil. Las condiciones financieras para la innovación y el emprendimiento siguen siendo difíciles, especialmente para las PYME.

Los países miembros de la OCDE y otras economías que no pertenecen a este organismo han puesto un énfasis considerable en apoyar la capacidad de innovación de las empresas. Muchos países han buscado consolidar sus programas de apoyo a las empresas para hacerlos más accesibles y rentables. Varios gobiernos también han adoptado un enfoque de "gasto directo cero" para el apoyo a la innovación, p. ej., a través de una amplia aplicación de incentivos fiscales y adquisiciones de gobierno. Muchos países también han ajustado sus portafolios de políticas para apoyar a las PYME y a nuevas empresas, especialmente para el acceso a los mercados globales. Está surgiendo evidencia de una negociación entre la asignación de apoyos públicos a las empresas, por una parte, y la investigación pública, por la otra, en la que una proporción creciente del presupuesto total va al sector empresarial.

Aun así, el panorama difiere entre los países, y se está ampliando la brecha entre los de bajo y alto crecimiento. Aun en Europa, diferencias notables en los perfiles de inversión de los diferentes países indican una creciente amenaza a la cohesión social de la Unión Europea. Los gobiernos buscan mejorar la eficiencia y el impacto de su mezcla de políticas de CTI prestando mayor atención a la evaluación de las políticas y a las nuevas infraestructuras de datos para mejorar las políticas de base empírica.

Los gobiernos incrementarán el trabajo con la sociedad en general para dar forma y explotar la CTI

Los gobiernos manejan cada vez más los riesgos e incertidumbres que presentan los desarrollos de la CTI emergentes al adoptar políticas de "investigación e innovación responsable" (IIR). Los principios de la IIR se han difundido en las agendas de las políticas, programas de financiamiento y acuerdos de gobierno, integrando consideraciones éticas y sociales "a contracorriente" en el proceso de innovación.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Executive summary", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-3-en.

Capítulo 1

Megatendencias relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación

Este capítulo describe y analiza las principales "megatendencias" globales que se perfilan para tener un fuerte impacto en las sociedades y las economías, incluyendo los sistemas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) durante los próximos 10-15 años. Las megatendencias son cambios sociales, económicos, políticos, ambientales o tecnológicos a gran escala, que se forman lentamente pero que, una vez que echan raíces, ejercen una profunda y duradera influencia en muchas, si no en la mayoría, de las actividades, procesos y percepciones humanas. La relativa estabilidad de la trayectoria de las principales fuerzas de cambio permite prever algunos elementos de un probable futuro a mediano y largo plazo, con cierto grado de confianza. Las megatendencias incluidas en este capítulo se agrupan en ocho áreas temáticas: demografía; recursos naturales y energía; cambio climático y medio ambiente; globalización; el papel del gobierno; economía, empleo y productividad; sociedad; y salud, desigualdad y bienestar.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Megatrends affecting science, technology and innovation", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-4-en.

Introducción

Nuestro futuro es incierto, moldeado por una variedad de fuerzas poderosas, complejas e interconectadas y, en algún momento, alterado por eventos poco probables, impredecibles y altamente disruptivos. Visto a lo largo de un horizonte de 10-20 años, algunas de las grandes tendencias que vemos desenvolverse ante nuestros ojos son, de hecho, bastante lentas. Estas son megatendencias, cambios sociales, económicos, políticos, ambientales o tecnológicos a gran escala que se forman lentamente, pero que, una vez que echan raíces, ejercen una profunda y duradera influencia en muchas, si no es que en la mayoría, de las actividades, procesos y percepciones humanas. Como ejemplos observamos el crecimiento y la urbanización de la población global, o el envejecimiento de las sociedades en muchas partes del mundo; el calentamiento del planeta y la elevación del nivel del mar o la acidificación de nuestros océanos y mares; la profundización de la globalización, y el creciente dinamismo de la digitalización, los datos masivos y la bioingeniería.

La relativa estabilidad de la trayectoria de las principales fuerzas de cambio permite prever algunos elementos de un probable futuro a mediano y largo plazo, con cierto grado de confianza. Lo que a menudo tiende a agitar esta confianza, al menos temporalmente, son los eventos disruptivos. Estos se presentan en multitud de formas e incluyen desastres naturales y catástrofes, y hechos relacionados con la actuación humana, como sorpresivos incrementos de la violencia, accidentes a gran escala y crisis económicas y políticas. Tales eventos son difíciles de integrar a las proyecciones de tendencias y generalmente, en los ejercicios prospectivos, son tratados como “comodines”, definidos como hechos de alto impacto impredecibles o poco probables. La innovación científica y tecnológica, potencialmente disruptiva, con frecuencia encuentra lugar en los estudios de tendencias hacia el futuro, precisamente porque pueden ocurrir ya sea como extensión o como marcada separación de las tendencias existentes en ciencia y tecnología (CT). Al final, es la manera en que las megatendencias y las tendencias disruptivas —especialmente en el área de CT— interactúan lo que marcará el escenario para las siguientes décadas. Corresponde a los gobiernos, negocios, investigadores y ciudadanos en general, reflexionar acerca del significado de la interacción entre tales tendencias en términos de oportunidades que deben aprovecharse y retos que habrá que enfrentar.

Al respecto, la prospectiva puede ser una herramienta útil para desarrollar e implementar políticas de investigación e innovación con visión de futuro. El análisis de las tendencias futuras, ya sea derivado de extrapolaciones, simulaciones, proyecciones o de escenarios, puede proporcionar importantes ideas para el futuro. La prospectiva puede brindar apoyo y guía a los tomadores de decisiones e inversionistas, y alertar a los creadores de políticas, a la comunidad empresarial, a investigadores y a la sociedad en general, sobre asuntos importantes que se aproximan. Sin embargo, la interpretación de las tendencias futuras siempre debe realizarse con cuidado: no predicen el futuro, solamente indican cómo podría evolucionar el futuro en ciertas condiciones y en un ámbito determinado. Al conjuntar y examinar cuidadosamente la interacción entre tendencias en diferentes campos es posible construir un panorama más completo de posibles futuros. Esto puede fortalecer las bases para desarrollar narrativas o guiones que, a su vez, enriquezcan nuestra visión del camino que está tomando el mundo y los retos y oportunidades que se pueden encontrar en el horizonte a más largo plazo e incluso más allá.

Este capítulo incluye las megatendencias que se prevé impactarán con fuerza los sistemas de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Las megatendencias incluidas se agrupan

en ocho áreas temáticas, como se muestra en la figura 1.1. Si bien el horizonte temporal adoptado en esta perspectiva de CTI es de 10-15 años, varias de las megatendencias que se presentan más adelante tienen un alcance mayor hacia el futuro. Esto refleja en parte la disponibilidad de información, así como el hecho de que grandes cambios discernibles para algunas megatendencias se observan mejor a lo largo de horizontes más amplios, de 20 años o más. Sin importar los horizontes temporales adoptados, hay implicaciones para las políticas actuales de CTI. De hecho, este enfoque sobre la necesidad de la (re) orientación de las políticas sirvió de guía para la selección de las megatendencias que se muestran más adelante.

A modo de resumen, algunas de las megatendencias consideradas incluyen:

- **Demografía:** la población mundial seguirá creciendo durante el siglo XXI y se espera que alcance la marca de 10 000 millones a mediados de siglo. África contribuirá con más de la mitad a este crecimiento, lo que generará un considerable aumento de población joven. En otros lugares, incluidos muchos países en desarrollo, las poblaciones envejecerán significativamente, y los mayores de 80 representarán alrededor de 10% de la población mundial en 2050, en comparación con el 4% de 2010. Con una proporción decreciente de población trabajadora, los países que van envejeciendo enfrentarán una batalla cuesta arriba para mantener sus estándares de vida. La migración internacional desde países con poblaciones más jóvenes podría compensar esta disminución. En paralelo, tecnologías que mejoren las capacidades físicas y cognitivas podrían permitir que las personas mayores trabajen durante más tiempo, mientras que la creciente automatización podría reducir la demanda de mano de obra.
- **Recursos naturales y energía:** una población en aumento combinada con crecimiento económico representará una carga considerable sobre los recursos naturales. Es previsible un grave estrés hídrico en muchas partes del mundo, mientras que la inseguridad alimentaria persistirá en muchas regiones, predominantemente pobres. El consumo de energía también subirá notablemente, lo que contribuirá aún más al cambio climático. La biodiversidad global se verá cada vez más amenazada, en especial en los países más pobres y densamente poblados.
- **Cambio climático y medio ambiente:** para mitigar el considerable alcance e impacto del cambio climático se requerirá establecer y cumplir metas ambiciosas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el reciclaje de residuos, lo que implica un giro profundo hacia una "economía circular" baja en carbono para mediados de siglo. Esta orientación afectará a todos los sectores de la economía y la sociedad y podrá realizarse gracias a la innovación tecnológica y su adopción en economías desarrolladas y en desarrollo.
- **Globalización:** el centro de gravedad de la economía mundial seguirá girando hacia el oriente y el sur, y nuevos jugadores ejercerán más poder, algunos de ellos actores estatales; otros, no estatales (como empresas multinacionales y ONG), y nuevas megalópolis emergentes. La globalización conduce y facilita muchos de estos cambios en poder e influencia, y opera a través del flujo de bienes, servicios, inversión, personas e ideas, y es posible gracias a la adopción generalizada de las tecnologías digitales. Pero la globalización inevitablemente se enfrentará a contracorrientes y vientos cruzados, como la inestabilidad geopolítica, posibles conflictos armados y nuevas barreras al comercio.

- **Papel del gobierno:** los gobiernos se verán obligados a responder a los muchos y grandes retos que surgirán en el futuro, en un contexto marcado por una presión fiscal creciente, una mermada confianza pública en el gobierno y la continua transición hacia un mundo multipolar, con el consecuente potencial de creciente inestabilidad.
- **Economía, empleo y productividad:** las tecnologías digitales seguirán impactando profundamente economías y sociedades. Durante los próximos 15 años, las empresas serán predominantemente digitalizadas, lo que permitirá que los procesos de diseño, fabricación y entrega de productos sean altamente integrados y eficientes. Los costos de los equipos y la informática seguirán cayendo, mientras que el crecimiento de prácticas de desarrollo de código abierto creará más comunidades de desarrolladores. Habrá mayores oportunidades para que nuevos participantes —incluidos individuos, empresas extranjeras y empresarios— tengan éxito en nuevos mercados. Al mismo tiempo, la disminución del costo del poder informático y los avances en máquinas que aprenden y en inteligencia artificial seguirán perturbando los mercados laborales, de tal forma que uno de cada diez puestos de trabajo en los países de la OCDE estarán en riesgo de ser automatizados en las próximas dos décadas.
- **Sociedad:** el futuro verá cambios sorprendentes en las estructuras familiares y de los hogares en los países de la OCDE, con aumentos significativos en hogares unipersonales y parejas sin hijos. El acceso a la educación y la adquisición de habilidades será una de las claves más importantes para mejorar las oportunidades de vida. El aumento de la matrícula femenina en todos los niveles educativos continuará y tendrá importantes implicaciones para los mercados laborales y la vida familiar. La población global será cada vez más urbana, y 90% de este crecimiento ocurrirá en Asia y África. La urbanización podrá traer diversos beneficios a los países en desarrollo, incluyendo un mejor acceso a electricidad, agua y sanidad. Pero también podría llevar a la formación generalizada de barrios pobres, con consecuencias negativas para la salud humana y el medio ambiente.
- **Salud, desigualdad y bienestar:** el tratamiento de enfermedades infecciosas que afectan desproporcionadamente al mundo en desarrollo se verá aún más comprometido por la creciente resistencia antibacteriana. Se prevé que las enfermedades no contagiosas y las neurológicas experimentarán un fuerte crecimiento en consonancia con el envejecimiento de la población y la globalización de estilos de vida poco saludables. La inequidad crecerá en muchos países desarrollados, al igual que las tasas de pobreza y los perfiles de población en riesgo de pobreza.

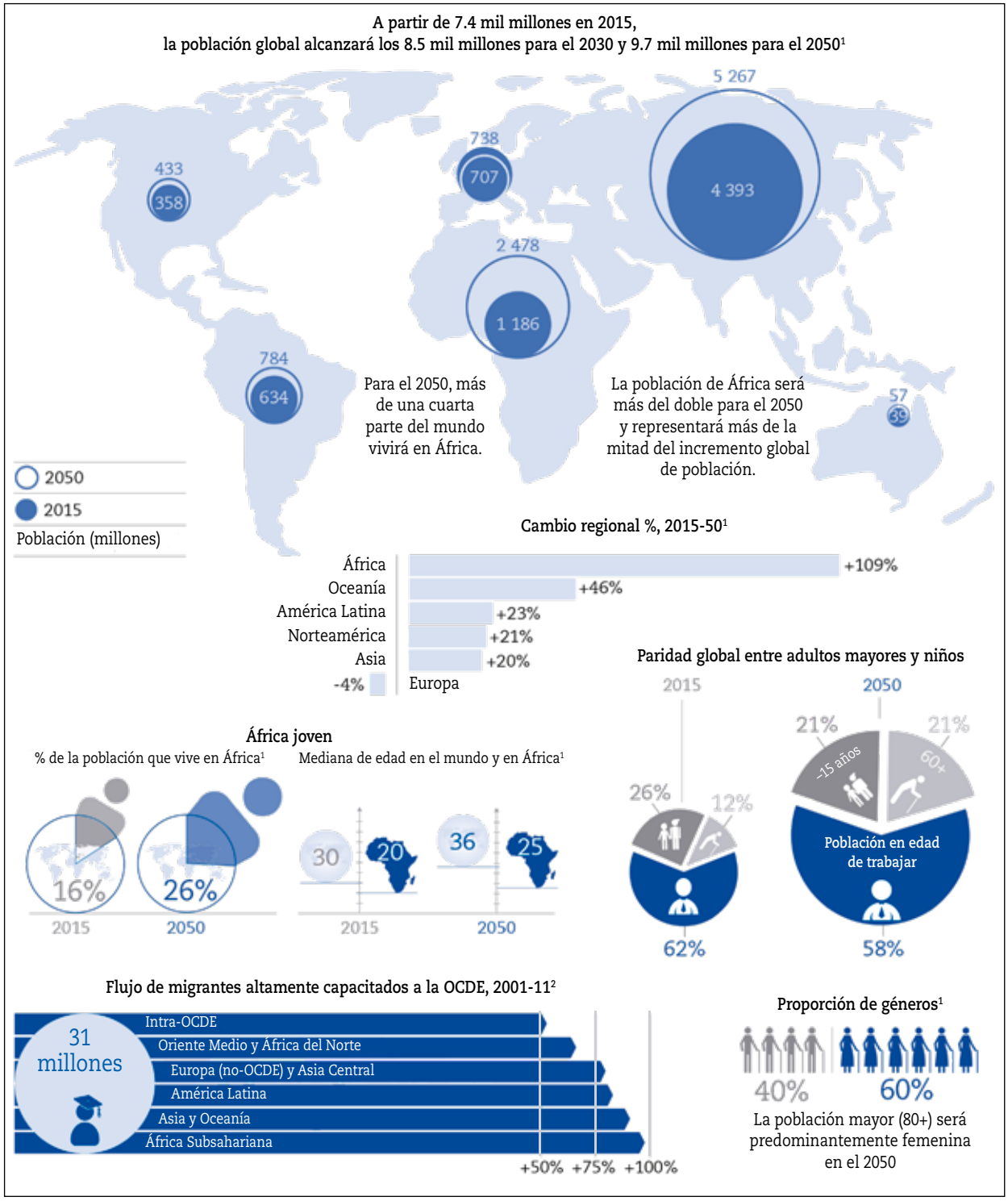
En este mundo cambiante, la CTI puede ser una espada de doble filo. Por una parte, los avances tecnológicos tienen el potencial de reforzar los efectos desestabilizadores de muchas de las megatendencias descritas. Por la otra, podrían mejorar la respuesta de la humanidad a muchos de los retos globales que enfrenta el planeta. De cualquier forma, tendrán una gran influencia, a menudo de maneras inesperadas.

Ocho áreas de megatendencia cubiertas en este capítulo

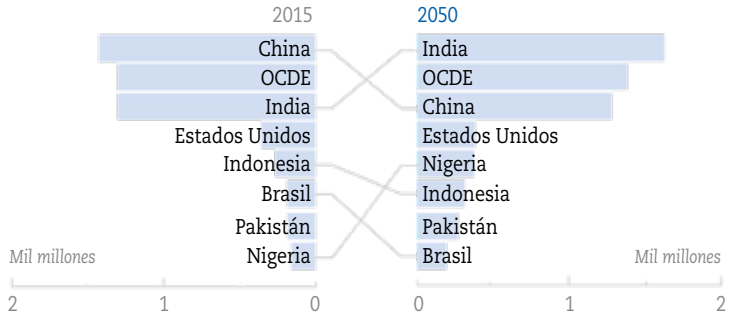
Crecimiento de la población en los países menos desarrollados

Se espera que la población mundial crezca durante el siglo XXI, aunque a un ritmo menor que en el pasado reciente, alcanzando los 8.5 mil millones en 2030 y 9.7 mil millones hacia 2050. El crecimiento tendrá lugar casi en su totalidad en los países menos desarrollados, y África contribuirá con más de la mitad del incremento esperado. El tamaño de la población en gran parte del mundo desarrollado se estabilizará, y muchos países incluso experimentarán un descenso demográfico. En Japón y gran parte de Europa central

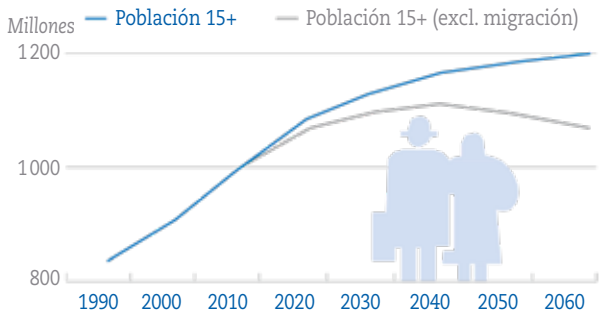
Demografía


A partir de 7.4 mil millones en 2015,
la población global alcanzará los 8.5 mil millones para el 2030 y 9.7 mil millones para el 2050[1]
433
358
738
707
5 267
4 393
2 478
1 186
784
634
57
39
Para el 2050, más de una cuarta parte del mundo vivirá en África.
La población de África será más del doble para el 2050 y representará más de la mitad del incremento global de población.
2050
2015
Población (millones)
Cambio regional %, 2015-50[1]
África +109%
Oceanía +46%
América Latina +23%
Norteamérica +21%
Asia +20%
Europa -4%
Paridad global entre adultos mayores y niños
2015
2050
26%
12%
62%
21%
21%
-15 años
60+
Población en edad de trabajar
58%
África joven
% de la población que vive en África[1]
Mediana de edad en el mundo y en África[1]
16%
26%
2015
2050
30
20
36
25
2015
2050
Flujo de migrantes altamente capacitados a la OCDE, 2001-11[2]
31 millones
Intra-OCDE
Oriente Medio y África del Norte
Europa (no-OCDE) y Asia Central
América Latina
Asia y Oceanía
África Subsahariana
+50% +75% +100%
Proporción de géneros[1]
40%
60%
La población mayor (80+) será predominantemente femenina en el 2050

Países con mayor población[1]

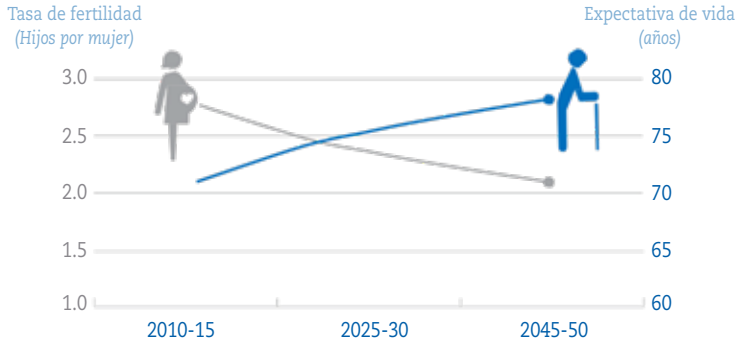


Población y migración
OECD,1990-2060[3]



Los trabajadores migrantes serán un factor importante para mitigar los efectos del envejecimiento en la mayoría de los países de la OCDE.

Menos nacimientos y mayor longevidad[1]



La población en las principales regiones del país está envejeciendo.

Población global creciente

- Una mayor población global, combinada con un mayor acceso a la educación y desarrollo económico, seguramente se traducirán en más consumidores, innovadores e investigadores a nivel global.
- Las demandas y necesidades de los centros con mayor crecimiento poblacional, p. ej., en África, podrían definir cada vez más las agendas de innovación. Estas áreas también desarrollarán más capacidad local de investigación e innovación.
- Probablemente se requiera centrarse más en la transferencia de tecnología a los centros con mayor crecimiento poblacional para ayudarles a manejar los múltiples retos de desarrollo que enfrentan.

Sociedades que envejecen

- Las sociedades que envejecen podrían ver un crecimiento económico más lento y sus recursos serían redirigidos hacia el gasto social y de salud. Esto podría alejar los recursos del gasto en CTI.
- El envejecimiento implica cambios en estilo de vida y patrones de consumo, lo que influirá en el tipo de productos y servicios demandados.
- Las enfermedades relacionadas con el envejecimiento, incluido el cáncer y la demencia, dominarán las agendas de investigación sobre la salud.
- Las nuevas tecnologías, p. ej., robótica y neurociencias, podrían ayudar a los adultos mayores a vivir por más tiempo, con mejor salud y mayor autonomía.

Trabajo y migración internacional

- Un menor número de personas en edad de trabajar afectará el mercado laboral de talentos para la CTI y llevaría al envejecimiento de la fuerza de trabajo de investigación en los países de la OCDE.
- Es probable que se intensifique el flujo de migrantes altamente capacitados hacia países de la OCDE, contribuyendo más a la fuerza de trabajo de CTI.
- Aunque muy debatidas, las nuevas tecnologías, p. ej., la robótica e inteligencia artificial, podrían aliviar el esperado déficit de fuerza de trabajo en la economía en general.

Fuentes: 1. UNDESA (2015a). La población se refiere a personas de 15 años o más. En las comparaciones entre 2000-01 y 2010-11, se excluye a Islandia de los destinos de la OCDE; 2. OECD (2015a); 3. Westmore, B. (2014).

y oriental, por ejemplo, se prevé que las poblaciones disminuyan en más de 15% para 2050.

El crecimiento de la población global ejercerá presiones sin precedente sobre los recursos naturales (p. ej., alimentos, energía y agua), y la CTI está llamada a desempeñar un papel preponderante en la mejora de su producción y conservación. En general, una población mundial mayor, junto con un desarrollo económico continuo, debería traducirse en más actividades de investigación e innovación. Al mismo tiempo, las agendas de investigación e innovación podrían verse influidas significativamente por los diversos retos de desarrollo que enfrentlan los países con gran crecimiento poblacional. Una nueva cooperación y acuerdos internacionales en CTI —por ejemplo, en torno a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la ONU y el Acuerdo de París COP21— buscarán acelerar la transferencia de tecnología a estos países para aumentar los canales de difusión a través del comercio, la inversión extranjera directa (IED) y la adquisición de bienes de capital. Los países en desarrollo necesitarán ampliar y profundizar sus propias capacidades de investigación e innovación para absorber y adaptar estas tecnologías a sus propias necesidades.

Sociedades que envejecen

Una combinación de bajas tasas de fertilidad y mayor longevidad conducirán a un futuro envejecimiento en las principales regiones del mundo. A las tasas actuales, habrá casi una paridad global entre el número de mayores de 60 y el de niños en 2050. Este es un cambio significativo comparado con el pasado y el presente: mientras hoy existen alrededor de 900 millones de mayores de 60 en el mundo, se prevé que esta cifra crezca a 1.4 mil millones en 2030 y 2.1 mil millones para 2050. Se calcula que Europa tendrá la mayor proporción de mayores de 60 (34% en 2050, comparado con 24% en 2015). Pero el rápido envejecimiento también ocurrirá en otras partes del mundo, particularmente en Asia (ONU, 2015a). Casi 80% de la población más anciana en el mundo vivirá en las que hoy son las regiones menos desarrolladas. En 2050, la República Popular China (en lo sucesivo "China") contará con unos 330 millones de ciudadanos mayores de 65; India, aproximadamente con 230 millones, y Brasil e Indonesia, con más de 50 millones (ONU, 2011). Globalmente, se espera que se triplique el número de mayores de 80 para 2050 (de 125 millones en 2015 a 434 millones en 2050 y 944 millones en 2100). El grupo de mayores de 80 representó solamente 1% de la población de la OCDE en 1950, pero esta proporción creció a 4% en 2010 y se proyecta que se acerque a 10% para 2050.

El envejecimiento implica cambios en el estilo de vida y los patrones de consumo, y esto tendrá implicaciones importantes para el tipo de productos y servicios que se demanden. Emergerán nuevos mercados como parte de una próspera "economía plateada" (OCDE, 2014a), mientras que los más tradicionales tendrán que adaptarse o incluso desaparecer, lo cual tendrá repercusiones en la innovación. Al mismo tiempo, las sociedades que envejecen podrían experimentar un menor ritmo de crecimiento económico. Las altas tasas de dependencia de los adultos mayores, en combinación con una mayor incidencia de enfermedades no transmisibles y crecientes discapacidades, impondrán una pesada carga sobre el cuidado de la salud y otros servicios. La escasez de presupuesto público podría disminuir el gasto en otras áreas, incluyendo la CTI. Las enfermedades relacionadas con el envejecimiento, incluyendo el cáncer y la demencia, también podrán dominar cada vez más las agendas de investigación sobre la salud. A medida que el mundo envejece en conjunto, incluidas muchas economías emergentes,

podría intensificarse la cooperación internacional en investigación sobre enfermedades relacionadas con la edad.

Migración internacional

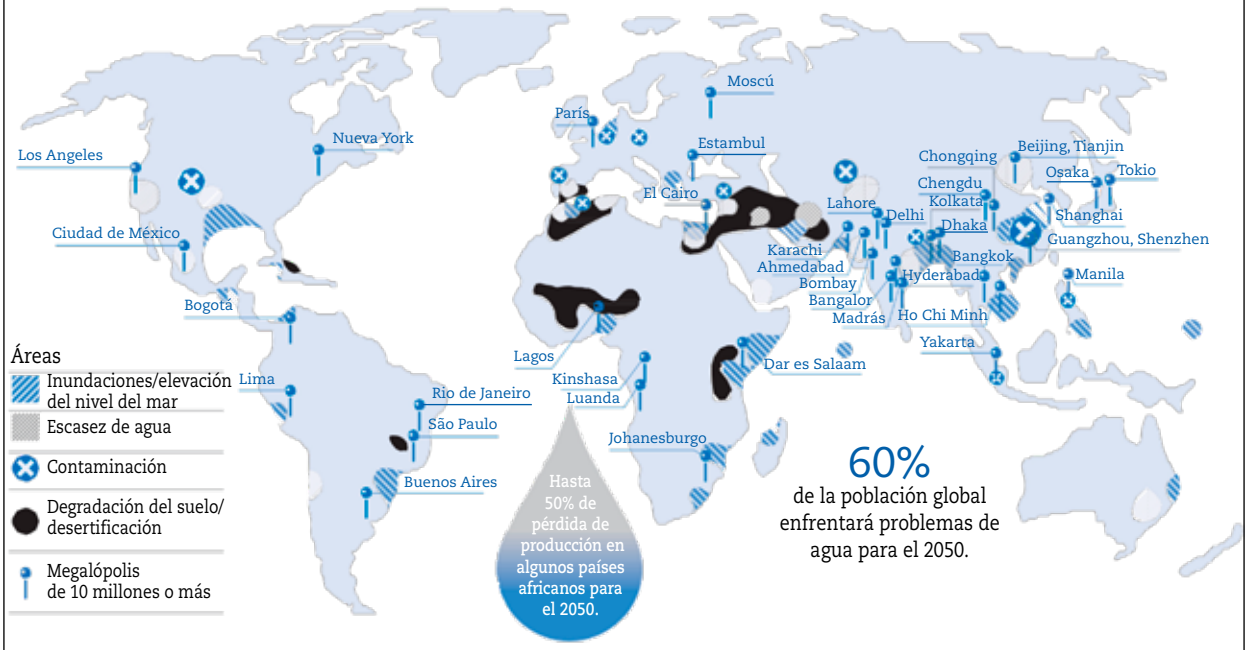
El menor porcentaje de personas en edad laboral entre la población afectará el mercado de trabajo de habilidades en CTI en muchos países de la OCDE. El tamaño de la población en edad de trabajar (edades entre 15-64) se encuentra en un pico histórico y muy pronto empezará a disminuir. Esto significa que se incrementará el tamaño de la población dependiente (definida actualmente como menor de 15 y mayor de 64) respecto a la población en edad laboral que provee el soporte social y económico. Si bien crecerá la capacidad de los ciudadanos de edad avanzada de mantenerse activos y seguir trabajando más allá de la edad de jubilación oficial, no se cree que sea suficiente para enfrentar la escasez de fuerza de trabajo. Sin embargo, los estimados sobre la futura escasez de fuerza laboral también deben considerar el cambio tecnológico como factor determinante, en particular el impacto de la robótica y la inteligencia artificial. Aunque muy debatido, se considera que estas tecnologías pueden reducir la demanda de mano de obra y ayudar a equilibrar el desfase de habilidades requeridas para el futuro. Estas y otras tecnologías (p. ej., las neurotecnologías) también pueden mejorar las capacidades físicas y cognitivas, permitiendo que la gente trabaje por más tiempo a lo largo de su vida.

La migración internacional puede ayudar a reducir la anunciada escasez de mano de obra y de habilidades en los países receptores. El escenario principal en la proyección de crecimiento a largo plazo de la OCDE supone que los flujos de trabajadores migrantes serán un factor importante para mitigar el envejecimiento en la mayoría de los países de la OCDE (Westmore, 2014). Todos los indicios apuntan a un mayor fortalecimiento de los factores que empujan y jalan los flujos migratorios en las próximas décadas. La población joven en algunas partes del mundo en desarrollo está creando condiciones favorables para la migración hacia otros países: una previsible falta de oportunidades de empleo y crecientes riesgos de conflicto interno forzarán a muchos a buscar mejores condiciones de vida y mayor seguridad en otros lugares. El cambio climático también tendrá una mayor influencia en los flujos migratorios futuros (European Environment Agency, 2015).

Muchos migrantes llevan competencias y habilidades con ellos. Había 31 millones de migrantes con alto nivel educativo en los países de la OCDE en 2011, y la migración calificada se incrementó en 72% durante la última década (OECD, 2015a). En Europa, durante la última década, los nuevos inmigrantes representaron 15% de las contrataciones en posiciones de firme crecimiento, como ciencia, tecnología e ingeniería, así como en profesiones de salud y educación. En Estados Unidos, la cifra equivalente es de 22% (OECD y EC, 2014). Sin embargo, las competencias de los migrantes no se utilizan en su totalidad en los mercados laborales de los países receptores, y cerca de ocho millones de migrantes con educación superior en los países de la OCDE se desempeñan en trabajos de baja y mediana calificación (OECD, 2015a). Esto representa también una pérdida para los países de origen, que se enfrentan a una “fuga de cerebros”, particularmente en los países en desarrollo, lo cual compromete su posibilidad para desarrollar las capacidades locales de investigación e innovación necesarias para afrontar sus retos de desarrollo. Otra preocupación es el creciente tamaño e importancia de las comunidades de minorías étnicas en los países receptores, algunas de las cuales están poco integradas y en desventaja económica, lo que puede provocar tensiones e inestabilidad (OECD, 2016a).

Recursos naturales y energía

Áreas de inundaciones, estrés hídrico, contaminación y sequías en la actualidad, y ubicaciones de las megalópolis en el 2030[1,2]

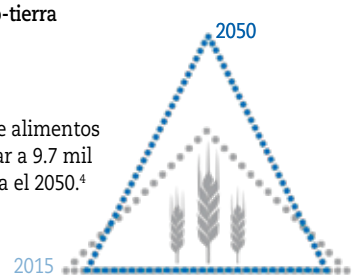


60% de la población global enfrentará problemas de agua para el 2050.

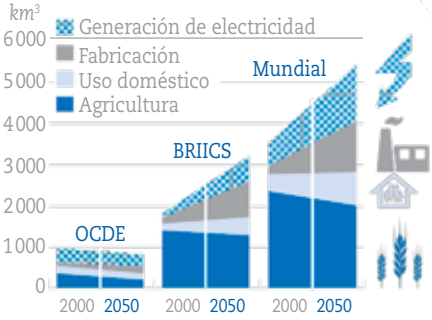
Tensiones crecientes sobre los recursos agua-alimento-tierra

52% de la tierra cultivable está afectada por una degradación de moderada a grave.[3]

+60% de alimentos para alimentar a 9.7 mil millones para el 2050.[4]

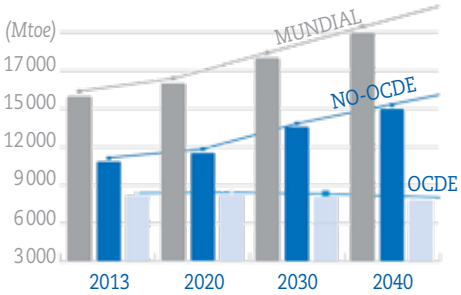


+55% de demanda de agua para el 2050[5]

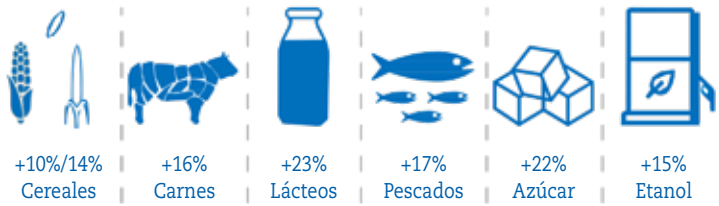


El crecimiento económico fuera de la OCDE impulsará mayores incrementos en el consumo global de energía. Asia representará alrededor de 60% del incremento total.[6]

+37% de incremento en la demanda global de energía para el 2040[6]

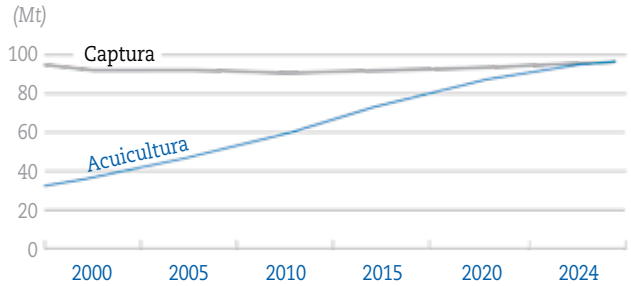


Panorama de la producción agrícola en 2025[7]



Los incrementos de precio en la mayoría de los productos agrícolas seguramente afectarán principalmente a las poblaciones más pobres.

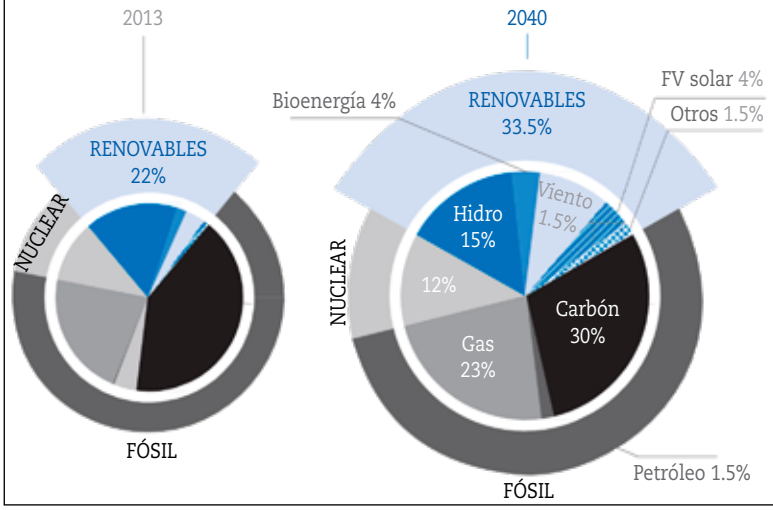
La acuicultura está impulsando la expansión del suministro mundial de pescado[7]



Los países del sur y oriente de Asia seguirán dominando la producción global de acuicultura. En China, India, Indonesia y Vietnam se dará la mayor parte del crecimiento proyectado.

Nuevos mercados para energías renovables

Mezcla de suministro de energía (% de generación de electricidad)



La promesa de la innovación

- El nuevo conocimiento de CTI podría mejorar el monitoreo, administración y productividad de los recursos naturales y, finalmente, desvincular el crecimiento económico de su agotamiento.
- Los esfuerzos de difusión de la tecnología serán tan importantes como el desarrollo de nuevas tecnologías y deberán promover una amplia adopción de las mejores tecnologías disponibles para el uso eficiente de los recursos.

Agricultura, alimentos y agua

- En la agricultura, al igual que en otros sectores, la innovación es el motor principal del crecimiento de la productividad. Nuevas e innovadoras tecnologías y métodos agrícolas podrían ayudar a incrementar la productividad de la tierra de un modo más sostenible.
- Las nuevas tecnologías jugarán un papel central en la adaptación de las prácticas agrícolas al cambio climático y a condiciones climáticas más extremas.
- Las mejoras en las tecnologías de riego y nuevas prácticas agrícolas deberán ayudar a una mejor vigilancia del uso del agua y a desacelerar el agotamiento de las aguas superficiales.
- Se necesitará una nueva generación de plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando tecnologías avanzadas para enfrentar el reto de los microcontaminantes provenientes de medicinas, cosméticos, etc.

Energía

- Los sistemas terrestres de viento y fotovoltaicos solares están listos para ser lanzados, pero para lograr altos niveles de utilización se requiere mayor innovación en el almacenamiento de energía y una infraestructura de red inteligente para mejorar su flexibilidad respecto a la variabilidad del clima.
- El internet de las cosas y las tecnologías avanzadas de almacenamiento de energía ofrecen oportunidades para monitorear y administrar mejor los sistemas de energía. Las ciudades podrían jugar un papel principal en la implementación de estos enfoques innovadores inteligentes.

Fuentes: 1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) (2015). Si no se logran mejoras significativas en las prácticas productivas, la pérdida de rendimiento podría alcanzar 50% en algunos países africanos para el 2050; 2. UNDESA (2015b); 3. UNCCD (2014); 4. FAO (2012); 5. OECD (2012a); 6. IEA (2015a); 7. OECD/FAO (2016b). Los cereales incluyen trigo (10%), arroz (13%) y maíz (14%); 8. IEA (2015a).

Recursos naturales y energía

Los recursos naturales son uno de los fundamentos principales de la actividad económica, si no es que el principal, y, en definitiva, del bienestar humano. Agua, aire, tierra y suelo proporcionan alimentos, materias primas y energía para sostener las actividades socioeconómicas. Su extracción y consumo afectan la calidad de vida y el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Su manejo eficiente y su utilización sostenible son la clave para el crecimiento económico la calidad del medio ambiente (OECD, 2014b).

El crecimiento demográfico futuro, los cambios en el estilo de vida y el desarrollo económico acrecentarán la demanda global de agua, alimentos y energía, y acentuarán las presiones sobre los recursos naturales. La agricultura seguirá siendo el principal consumidor de agua, afectando la calidad de las aguas superficiales y subterráneas mediante la descarga de nutrientes y microcontaminantes. Diversas fuentes de energía modifican la calidad y cantidad de agua disponible (p. ej., fracturación hidráulica, energía hidráulica y técnicas de enfriamiento para plantas de energía térmica y nuclear), de manera que los cambios futuros en la mezcla energética también tienen que considerar la administración del agua (OECD, 2012a). La creciente demanda de biocombustibles ha elevado la competencia por los productos cultivables. La volatilidad de los precios y la relativa rentabilidad de los productos alimenticios impulsarán una mayor reasignación de tierras productivas a la producción no alimentaria, lo que podría poner en riesgo la seguridad alimentaria en el mediano plazo.

Los avances en CTI generarán nuevos conocimientos, soluciones innovadoras y mejores infraestructuras para fomentar la supervisión, administración y productividad de los activos naturales y, finalmente, desvincular el crecimiento económico de su deterioro. Se espera que los gobiernos desempeñen un papel preponderante, proveyendo infraestructuras de conocimiento (p. ej., bancos de datos, centros de convergencia tecnológica), compartiendo conocimiento y mejores prácticas, y financiando investigación sobre agricultura, energía y administración de recursos naturales.

Agua

Es probable que haya un grave estrés hídrico en varias partes del mundo debido a que la demanda de agua ha rebasado el crecimiento poblacional durante el último siglo (OECD, 2012a; 2014b). En caso de que continúen las tendencias socioeconómicas actuales y no se implementen nuevas políticas de administración del agua (un escenario de referencia), se prevé un incremento de la demanda mundial de agua de 55%, entre 2000 y 2050. Los incrementos más agudos se esperan en manufactura (+400%), generación de energía eléctrica (+140%) y uso doméstico (+130%).

El agua subterránea es la mayor fuente de agua dulce en la Tierra (sin considerar el agua almacenada como hielo) y representa más de 90% del recurso mundial (UNEP, 2008, Boswinkel, 2000, citado en OECD, 2012a; OECD, 2015b). En áreas con un suministro limitado de agua superficial, como ciertas regiones de África, es un recurso relativamente limpio, confiable y económico. Sin embargo, en muchas partes del mundo, el agua subterránea se está explotando a mayor velocidad de la requerida para reponerla. Su rápido agotamiento es consecuencia de la explosiva difusión del pequeño riego por bombeo en el mundo en desarrollo. Sin embargo, este uso intensivo de las aguas subterráneas no se limita al mundo en desarrollo, ya que el volumen de agua subterránea utilizada para riego en varios países de la OCDE también supera las tasas de recarga, p. ej., en algunas regiones de Grecia,

Italia, México y Estados Unidos, lo que socava la viabilidad económica de la agricultura (OECD, 2012a). Las mejoras en la tecnología de riego y la introducción de nuevas prácticas agrícolas y la agricultura robotizada pueden ayudar a un mejor monitoreo del uso del agua y a reducir el agotamiento del agua subterránea, aunque deberán combinarse con cambios institucionales más amplios para ser efectivas (OECD, 2015b).

Las aguas superficiales y subterráneas se están contaminando cada vez más debido a los flujos de nutrientes de la agricultura y al mal tratamiento de las aguas residuales. Se prevé que los excedentes de nitrógeno en la agricultura disminuirán en la mayoría de los países de la OCDE en 2050, gracias a una mayor eficiencia en el uso de fertilizantes. Sin embargo, se espera que la tendencia vaya en dirección opuesta en China, India y la mayor parte de los países en desarrollo. En paralelo, se prevé que los efluentes de nutrientes de las aguas residuales se incrementen rápidamente debido al crecimiento demográfico, la rápida urbanización y al cada vez mayor número de hogares conectados al sistema de saneamiento y drenaje. También se espera que mejore rápidamente la remoción de nutrientes en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, pero no tan pronto como para equilibrar el incremento esperado en los influjos. Los microcontaminantes (p. ej., medicamentos, cosméticos, agentes de limpieza y herbicidas) son especialmente preocupantes porque ingresan en cuerpos de agua de diversos tipos (drenajes urbanos, agricultura, desagüe de agua pluvial), tienen efectos negativos y acumulativos sobre los organismos (p. ej., interferencia con sistemas hormonales, cánceres, defectos de nacimiento) y son resistentes a las tecnologías de tratamiento comunes.

Las consecuencias de la degradación de la calidad del agua serán una mayor eutrofización, pérdida de biodiversidad y enfermedades (OECD, 2012a). Los costos económicos del tratamiento del agua para alcanzar estándares de potabilidad son también significativos en algunos países de la OCDE. La eutrofización de las aguas marinas impone altos costos económicos a la pesca comercial de algunos países (p. ej., Corea y Estados Unidos) (OECD, 2012a). Los avances en biología sintética, por ejemplo, la genética agrícola, y una mayor eficiencia en el saneamiento del agua, requerirán más I+D y la implementación de nuevas generaciones de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de saneamiento y drenaje, combinando el uso de sensores y nanotecnologías (véase el capítulo 2). Aprovechar fuentes alternativas de agua, como aguas pluviales, agua usada y agua de mar desalinizada, e impulsar los usos sucesivos del agua para aliviar la escasez, son también prácticas innovadoras emergentes.

Es probable que el agua se convierta en un problema político importante. Es probable que más de 40% de la población mundial (3.9 mil millones de personas) viva en las cuencas de los ríos bajo fuerte estrés hídrico en 2050, pero, al mismo tiempo, se espera que casi 20% (1.6 mil millones) esté en riesgo por inundaciones. El mayor aumento de la demanda de agua surgirá de los países en desarrollo, donde la degradación de las condiciones ambientales está ya muy avanzada. En contraste, se espera que la demanda de agua en el área de la OCDE se ajuste con las mejoras de eficiencia en la agricultura y las inversiones en el tratamiento de aguas residuales (OECD, 2012a).

Alimentos

Los sistemas globales de alimentos y agricultura enfrentan diversos retos. Deben producirse más alimentos para una población creciente y con mayores recursos que demanda una dieta más variada. Al mismo tiempo, crece la competencia por el uso

alternativo de los recursos naturales, y las prácticas y tecnologías agrícolas deberán adaptarse al cambio climático y a condiciones más extremas en relación con el clima.

Se estima que se requerirá 60% más de alimentos para dar de comer a la población mundial para el 2050 (OECD, 2013A). A nivel global, la producción de alimentos debería ser suficiente para satisfacer esta demanda, y la proporción de personas que sufren desnutrición caería ligeramente de 11 a 8% para 2015 (OECD/FAO, 2016). Sin embargo, la inseguridad alimentaria y nutricional persistirá en muchas regiones, principalmente pobres, donde la escasez de agua y la degradación de los suelos seguirá dañando las tierras agrícolas (FAO y WWC, 2015). Actualmente, alrededor de la mitad de la tierra cultivable está afectada por una degradación de moderada a grave. Es probable que la desertificación y la sequía transformen cada año alrededor de 12 millones de hectáreas de tierras productivas (el equivalente a Bulgaria, Honduras o Nicaragua) en regiones áridas (UN, 2015b). Si no se logran mejoras significativas en las prácticas productivas, la pérdida de rendimiento podría alcanzar 50% en algunos países africanos para 2050 (UNCCD, 2014). La situación en la mayoría de los países de la OCDE y BRIICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China, Sudáfrica) es, sin embargo, menos grave, ya que las mejoras continuas en productividad resultarán en un uso más eficiente de la tierra. En vez de la expansión de tierras agrícolas, en muchos países se planea su abandono, lo cual permitirá que los ecosistemas se recuperen parcialmente y se regeneren (OECD, 2012a).

Las tecnologías y métodos agrícolas modernos podrían ayudar a incrementar la productividad de la tierra de un modo más sostenible. En la agricultura, al igual que en otros sectores, la innovación es el motor principal del crecimiento de la productividad (OECD, 2013b). La innovación también puede mejorar el desempeño ambiental de las granjas y la calidad de los productos agrícolas. Los sensores pueden ayudar a los agricultores a administrar su flotilla de tractores al reducir el tiempo ocioso y ahorrar energía (OECD, 2016b). Algunas innovaciones (p. ej., en el riego, medicamentos veterinarios, pesticidas, semillas mejoradas y herramientas innovadoras para la administración del riesgo) tienen el potencial de ayudar a los agricultores a enfrentar mejor la incertidumbre de la producción y el ingreso y, en última instancia, a incrementar las ganancias. Por ejemplo, el incremento de la producción, junto con la innovación en la acuicultura, han disminuido significativamente los costos de producción de las pesqueras, con los correspondientes beneficios tanto para los consumidores como para los productores (OECD, 2015c). En algunas regiones, el reto es adaptar los sistemas de producción agrícola a ambientes naturales más complicados, p. ej., debido a la salinidad, sequías más frecuentes, etcétera.

Es probable que se modifiquen los hábitos de consumo de alimentos como reflejo de niveles de vida crecientes, mayor participación de la mujer en el entorno laboral y menor tiempo disponible para realizar las comidas (OECD, 2013b). Se espera que los precios de la mayoría de los productos agrícolas se incrementen significativamente para 2050, lo cual afectará especialmente a las poblaciones más pobres (Ignaciuk y Mason-D'Croz, 2014). La innovación desempeñará un papel preponderante en el apoyo al sector agroalimentario para producir alimentos más nutritivos, variados y abundantes, enfrentar los cambios en la dieta y suministrar materias primas para usos no alimentarios. Al mismo tiempo, la innovación deberá aliviar el agotamiento de los recursos naturales y facilitar la adaptación a los cambios previstos en las condiciones naturales ocasionados por el cambio climático (OECD, 2013b).

La acuicultura seguirá siendo uno de los sectores alimentarios de mayor crecimiento y se espera que, para el 2025, suministre más de la mitad del pescado que se consume en el

mundo. El consumo de pescado aumentará en todos los continentes, pero particularmente en Oceanía y Asia, y los países del sur y oriente de Asia, sobre todo en China, India, Indonesia y Vietnam, que se prevé que dominarán la producción (OECD/FAO, 2016).

Energía

El consumo de energía crecerá pronunciadamente, impulsado por el crecimiento poblacional y económico. Con base en las políticas gubernamentales existentes y las planeadas (el llamado "Escenario de Nuevas Políticas" de la Agencia Internacional de Energía [IEA]), la demanda global de energía primaria crecerá en 37% entre 2012 y 2040. La mayor parte de este incremento de la demanda es atribuible al crecimiento económico de las economías asociadas a la OCDE, en particular en Asia, que representará alrededor de 60% del consumo global de energía (IEA, 2015a). Se prevé que el crecimiento de la demanda global se desacelere después de 2025 como resultado de los efectos de precios y políticas, y de los cambios estructurales hacia servicios y sectores industriales más ligeros (IEA, 2014a). Sin embargo, probablemente la industria permanecerá como el principal consumidor de energía en 2040, seguida del transporte y de los edificios comerciales y residenciales.

La combinación energética global se transformará, principalmente debido al creciente uso de fuentes renovables. Esto significa que las fuentes bajas en emisión de carbono y las fósiles (es decir, petróleo, gas y carbón) constituirán a partes casi iguales el suministro de energía mundial para 2040. En todo el mundo, la mayor parte del crecimiento en el uso de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica se dará en la eólica (34%), seguida de las tecnologías hidráulica (30%) y solar (18%) (IEA, 2014a). Al mismo tiempo, los biocombustibles pueden proporcionar hasta 27% del combustible para transporte en el mundo en 2050, partiendo del nivel actual de 2% (IEA, 2011). Los nuevos mercados de energías renovables dependerán de los avances tecnológicos e infraestructuras inteligentes, habilitados por inversiones significativas en I+D e infraestructuras, y nuevas asociaciones estratégicas público-privadas (IEA, 2014b).

El nexo agua-alimentos-energía

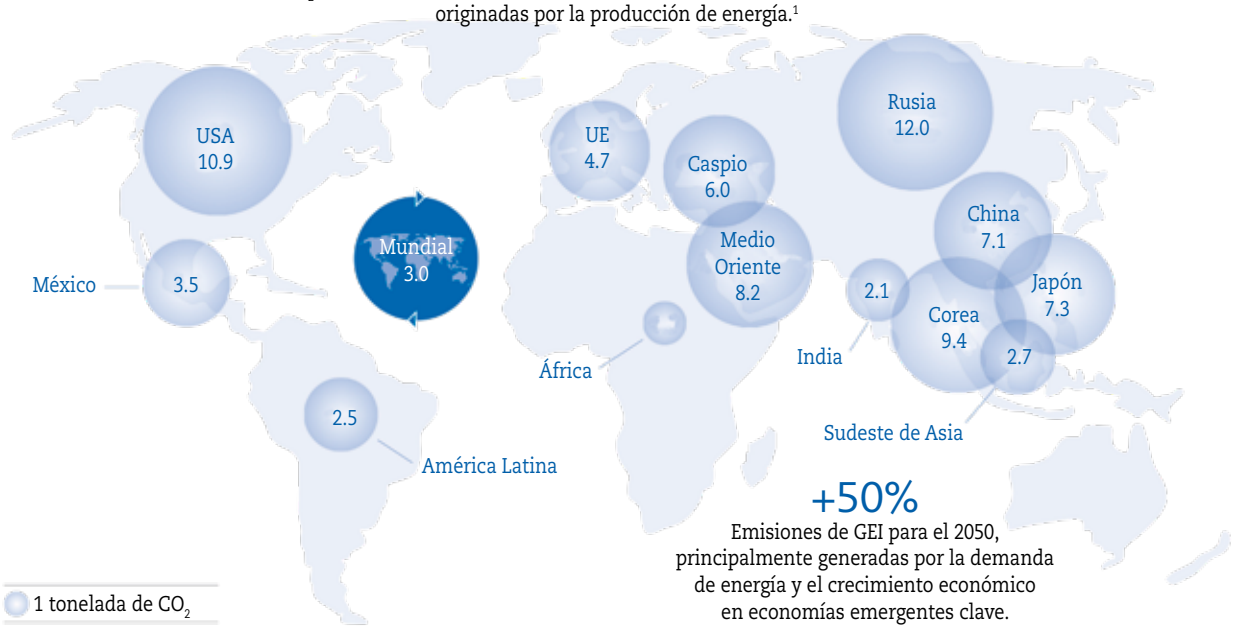
La interconexión entre los problemas de agua-alimentos-energía y su interdependencia dificulta atenderlos de manera separada. El internet de las cosas (IdC), aplicaciones inteligentes, sensores, comunicación máquina-máquina, y una mayor conectividad entre personas y objetos ofrecen oportunidades para monitorear mejor la presión sobre el nexo agua-alimentos-energía, anticipar tensiones críticas y equilibrar la oferta y la demanda (véase capítulo 2). Las ciudades son los lugares en que pueden surgir estos enfoques innovadores inteligentes y ser eficientemente implementados (OECD, 2014c).

El nexo entre agua, alimentos y energía (y el medio ambiente) es estrecho, complejo y desafiante. Será esencial mantener la congruencia y un enfoque coordinado entre las políticas de agua, agricultura y energía, así como otras políticas sectoriales, particularmente de transporte, industria y construcción. Se requerirá una reglamentación inteligente para regular el consumo de los recursos naturales (p. ej., licencias de extracción de agua) y establecer al respecto precios sustentables, así como de los servicios relacionados, como una manera de señalar la escasez y administrar la demanda. Se necesitará la cooperación internacional en I+D en la administración de los recursos y para la alineación de las políticas.

Cambio climático y medio ambiente

Emissiones de CO_2 per cápita relacionadas con la energía, 2030

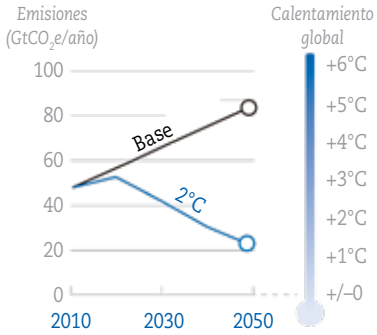
Las emisiones de CO_2 representan alrededor de 75% de las emisiones globales de GEI, siendo mayoritariamente originadas por la producción de energía.[1]



+50%

Emisiones de GEI para el 2050, principalmente generadas por la demanda de energía y el crecimiento económico en economías emergentes clave.

Emisiones globales y la meta de 2°C[2]



40%-70% de disminución en las emisiones globales de GEI en 2050 para lograr el escenario de 2°C.[3]

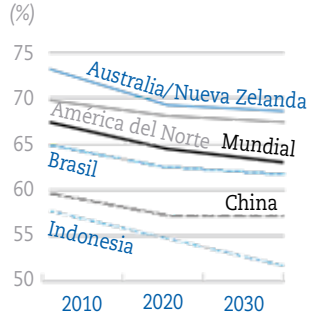
10%

de pérdida de biodiversidad para el 2050, con las mayores pérdidas en Asia, Europa y sur de África.[4]

60%

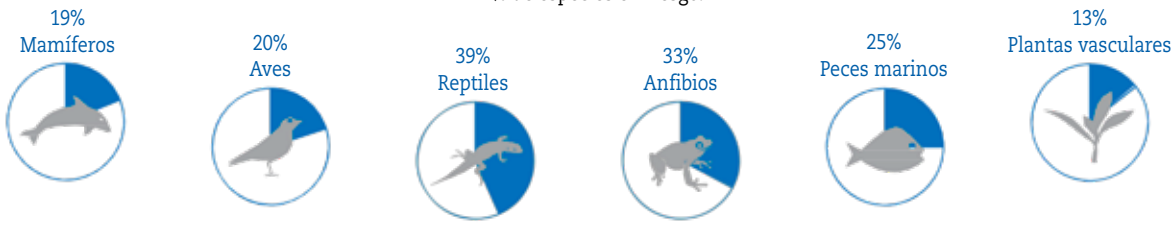
de la capacidad biológica del mundo está en manos de solamente diez países, los que más sufren de fuerte degradación de tierras y bosques.[5]

Pérdida de la biodiversidad terrestre[4]

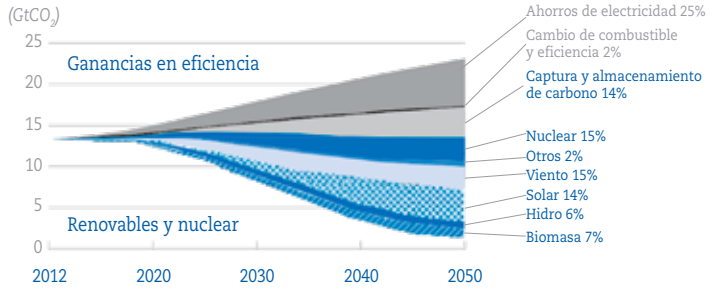


La biodiversidad en la OCDE está amenazada

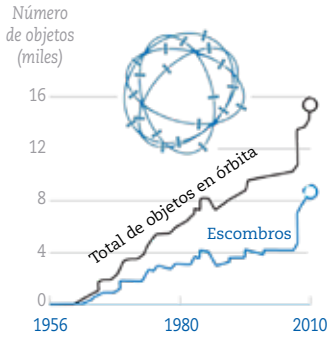
% de especies en riesgo.[5]



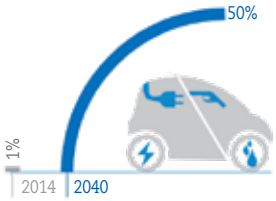
Tecnologías clave para reducir las emisiones de CO_2 del sector energético[6]



Basura espacial: peligro de colisión

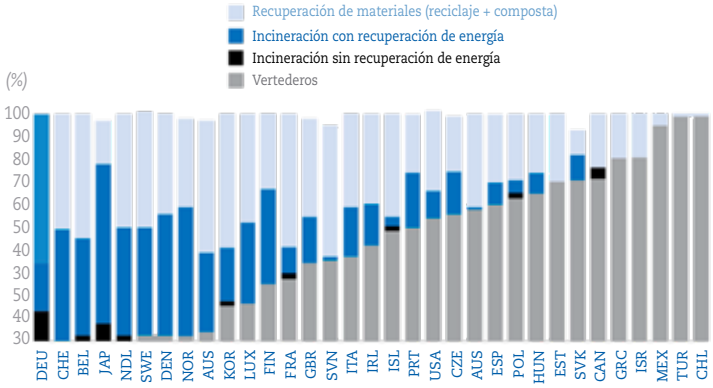


Ventas disparadas de vehículos híbridos
Total de ventas de vehículos en %[8]



Se espera que los autos híbridos se vuelvan competitivos en precio para el 2025.

Eliminación de desechos: aún más esfuerzos para reducir los vertederos[9]



Durante las pasadas dos décadas, los países de la OCDE han invertido esfuerzos significativos en controlar la generación de residuos municipales.

Coordinación internacional

- La naturaleza global del cambio climático y la degradación ambiental requerirá de mayor cooperación internacional para encontrar soluciones, incluyendo la investigación e innovación.
- La mitigación y adaptación al cambio climático dependerán de la transferencia de tecnología a los países menos avanzados, que están destinados a representar los mayores incrementos en las emisiones de GEI durante las próximas décadas debido a su rápido desarrollo.

Estrategias de investigación

- La innovación en las tecnologías de energía será esencial para lograr el escenario 2°C. Se necesitará un portafolio integral de tecnologías bajas en carbono, incluyendo soluciones para la descarbonización, para alcanzar las metas de las políticas climáticas.
- Los retos del cambio climático y la continua degradación del ambiente natural, incluida la pérdida de la biodiversidad, podrían volverse temas aún más dominantes en las futuras agendas nacionales de investigación.
- El concepto de "economía circular" seguramente ganará impulso y dará forma a las futuras agendas de innovación. Las nuevas tecnologías, procesos, servicios y modelos de negocio serán requisitos fundamentales para una economía circular.

Perspectiva de múltiples actores

- Mientras se prevé que los gobiernos jueguen un papel principal para habilitar la transición hacia sociedades bajas en emisiones de carbono, el sector privado necesitará liderar los esfuerzos de innovación en ese sentido.
- El internet de las cosas, aplicaciones inteligentes y sensores permitirán un monitoreo más estrecho del cambio climático, ecosistemas y diversidad.
- El monitoreo participativo y los datos masivos generarán gran cantidad de nueva información que podría apoyar nuevas prácticas de investigación y ciencia civil, en apoyo de un crecimiento más sostenible.

Fuentes: 1. IEA (2015b). Emisiones de CO_2 relacionadas con la energía per cápita por región seleccionada en el Escenario INDC y promedio mundial en el Escenario 450; 2. UNEP (2015); 3. UNEP (2014); 4. OECD (2012a). La abundancia promedio de especies terrestres (AME terrestre) es un indicador relativo que describe los cambios en la biodiversidad en referencia al estado original del ecosistema intacto o prístino (p. ej., un ecosistema totalmente intacto tiene una AME de 100%); 5. OECD (2016c). Las cifras de la OCDE son promedios simples de las participaciones disponibles por país. Sin embargo, el promedio simple no refleja las diferencias entre países, y algunas especies están más amenazadas en algunos países que en otros. Las especies valoradas como En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerables (VU) se denominan como especies "amenazadas". Es complicado reportar la proporción de especies amenazadas en la Lista Roja de IUCN porque no todos los grupos de especies han sido totalmente evaluados, y también porque, de algunas especies, hay tan poca información disponible que solo pueden valorarse como datos deficientes (DD); 6. OECD y IEA (2015). El escenario de 2°C (2GC) es el enfoque principal de las Perspectivas de Tecnología Energética. Limita el total acumulado remanente de emisiones de CO_2 relacionadas con la energía entre 2015 y 2100 a 1 000 $GtCO_2$; 7. NASA (29 de septiembre de 2016); 8. ExxonMobil (2016); 9. OECD (2015d), OECD (2014d), OECD (2014e).

El mundo se está calentando

Los datos de la temperatura terrestre y de la superficie del océano muestran un calentamiento combinado promedio de 0.85°C en el periodo de 1880 a 2012. El mayor calentamiento durante el último siglo se ha presentado en latitudes altas, con gran parte del Ártico, que ha experimentado un calentamiento de más de 2°C. Los últimos 30 años fueron probablemente los más cálidos de los últimos 1 400 años en el hemisferio norte (IPCC, 2014). Ahora es inevitable un mayor calentamiento global en las siguientes décadas.

Hay una estrecha relación entre el cambio de temperatura global previsto y la acumulación de emisiones de CO_2 (IPCC, 2014). Es muy probable que las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI) generadas por el hombre hayan sido la causa principal del calentamiento observado desde mediados del siglo XX. Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO_2), metano y óxido nitroso no tienen precedente, al menos en los últimos 800 000 años. Las emisiones de CO_2 representan alrededor de 75% de las emisiones globales de GEI, y la mayoría se originan en la producción de energía. Alrededor de la mitad de las emisiones de CO_2 generadas por el hombre desde 1750 se han producido en los últimos 40 años. La combustión de combustibles fósiles representa dos tercios de las emisiones globales de CO_2 (OECD, 2012a), mientras que la agricultura es un importante emisor de los gases de invernadero más poderosos: el metano y el óxido nitroso.

Para mitigar el calentamiento global se requiere de estrategias más ambiciosas para reducir las emisiones de GEI. El Escenario de Nuevas Políticas de la IEA es congruente con un incremento en la temperatura a largo plazo de 4°C. Este ambicioso escenario requiere cambios significativos en políticas y tecnologías, y aun así llevará a niveles peligrosos de cambio climático. Un escenario más riguroso que permitiría cumplir la meta de 2°C (2GC) acordada en la conferencia de París sobre el clima requiere una reducción de 40-70% en las emisiones globales de GEI para 2050. Esto significa incrementar la proporción del suministro eléctrico bajo en carbono de 30% a más de 80% para esas fechas (IPCC, 2014).

La innovación en tecnología energética será esencial para lograr el 2GC. Un portafolio integral de tecnologías bajas en carbono, incluyendo soluciones para la descarbonización, podrían hacer que las metas climáticas sean alcanzables (IEA, 2015c). Algunas soluciones serán ampliamente aplicables, mientras que otras estarán dirigidas a sectores específicos. En el sector de la energía, el viento costero y los paneles solares fotovoltaicos (PFV) están listos para ser integrados. Sin embargo, altos niveles de utilización requieren mayor innovación en el almacenamiento de energía y una infraestructura de red inteligente para mejorar su flexibilidad respecto a la variabilidad del clima (IEA, 2015c). Se prevé que las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CAC) desempeñarán un papel importante, aunque requieren de mayor desarrollo técnico y comercial antes de poder aplicarse ampliamente. La nanotecnología puede proporcionar soluciones innovadoras para los materiales de CAC (OECD, 2016b). La biotecnología también ofrece soluciones únicas a la dependencia del petróleo y los petroquímicos. Baterías biotecnológicas, fotosíntesis artificial y microorganismos que producen biocombustibles son algunos de los avances recientes que podrían apoyar una revolución energética basada en la biotecnología.

También hay mercados en expansión para productos y componentes de bajo consumo de energía y se prevé que las tecnologías de eficiencia energética desempeñen

un papel preponderante en sectores como la industria, el transporte y la construcción. La nanotecnología puede proporcionar soluciones innovadoras para reducir el uso de energía en la industria y facilitar el remplazo de procesos de gran consumo de energía con procesos de bajo costo. Adicionalmente, los componentes o tecnologías de bajo consumo de energía pueden ser instrumentos para el desarrollo y adopción de otras tecnologías. Por ejemplo, la manufactura aditiva puede apoyar el uso de menos material y energía mediante diseños complejos y siguiendo los principios de producción racionalizada. Esto puede lograrse con la impresión de piezas de repuesto que, de otra forma, debían desecharse; la reducción del peso de los vehículos; o la mejora de la eficiencia energética de un producto. Estos ahorros de energía pueden ser significativos, especialmente en sectores como el aeroespacial.

Considerando que se prevé que las economías emergentes representarán la mayor parte del incremento de las emisiones de GEI en las próximas décadas, su adopción de tecnologías innovadoras de bajas emisiones de carbono será crucial y podría representar casi tres cuartas partes de la reducción de emisiones de CO_2 en el mundo para 2050, en el 2GC. El rápido desarrollo económico en estas regiones apoyará el despliegue tecnológico, pero será necesaria la cooperación internacional para garantizar la transferencia de tecnología y conocimientos. Más aún, la adopción de la tecnología en el futuro requerirá del desarrollo de talentos locales y capacidad de organización (IEA, 2015c).

Las consecuencias para el clima, los ecosistemas y la salud son drásticas

El calentamiento global vendrá acompañado de varios cambios climáticos graves. Es probable que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y tengan una mayor duración, mientras que las precipitaciones extremas serán más intensas y frecuentes en muchas regiones. Seguramente se incrementará la precipitación en los trópicos y latitudes mayores, pero disminuirá en las áreas más secas. Los océanos seguirán calentándose y acidificándose, afectando gravemente los ecosistemas marinos. El nivel medio global del mar seguirá subiendo a un ritmo aún mayor que durante las últimas cuatro décadas. La región ártica continuará calentándose con mayor rapidez que la media global, dando como resultado un mayor deshielo y derretimiento de los glaciares. Sin embargo, mientras la circulación meridional de retorno del Atlántico seguramente se debilitará durante el siglo XXI, no se prevé una transición abrupta o colapso (IPCC, 2014).

El cambio climático tendrá un profundo impacto en la seguridad de suministro de agua y alimentos, regional y globalmente. La precipitación extrema y variable afectará la disponibilidad y suministro de agua, seguridad alimentaria e ingresos agrícolas, y generará cambios en las áreas de producción de alimentos y cultivos no alimentarios en todo el mundo (IPCC, 2014). Los impactos del cambio climático seguramente disminuirán los recursos renovables de agua superficial y subterránea en las regiones más secas, intensificando la competencia por agua entre los diversos sectores (IPCC, 2014).

A medida que el cambio climático modifique los sistemas de agua-alimentos y la calidad del aire, podrían aparecer nuevas enfermedades o expandirse las existentes. Se prevé que las muertes prematuras por contaminación del aire libre se dupliquen para el 2050 (OECD, 2012a). La malaria es la enfermedad infecciosa más importante que se exacerba con el cambio climático. Actualmente, más de la mitad de la población mundial (3.7 mil millones) vive en áreas de riesgo. Se prevé que el número crezca a 5.87 miles de

millones de personas para el 2050. El grueso de la población que vive en áreas de riesgo (p. ej., áreas cálidas que son hábitat adecuado para el mosquito de la malaria) se ubicará en Asia (3.2 mil millones) y en África (1.6 mil millones).

El número de desastres relacionados con el clima se ha incrementado en todo el mundo durante las tres últimas décadas, particularmente las inundaciones, sequías y tormentas (datos de EMTAD, citados en OECD, 2012a). La ciencia y la tecnología desempeñarán un papel vital en el monitoreo de los ecosistemas y la administración de los desastres naturales. Los organismos meteorológicos nacionales, encargados normalmente de los sistemas de alerta temprana, se apoyarán cada vez más en datos satelitales, además de usar las redes terrestres de radares, para mantener una observación continua del clima mundial, lo que hará que los sistemas de advertencia sean más eficientes (OECD, 2012c). En particular, el despliegue de constelaciones de nano y microsatélites puede apoyar un monitoreo continuo de áreas geográficas más extensas, incluyendo los océanos, y mejoras en el pronóstico (véase el capítulo 2). Las industrias de la construcción y el transporte recurrirán a materiales y tecnologías innovadoras para adaptarse a las nuevas condiciones ambientales extremas.

La biodiversidad global está amenazada

Los cambios en los regímenes de temperatura y precipitación influyen en la distribución de las especies y los ecosistemas. Al subir las temperaturas, los límites de ecosistemas y especies tienden a moverse hacia los polos o a mayores altitudes (OECD, 2012a). Esta migración ocasiona que algunos ecosistemas se reduzcan y otros se expandan. La pérdida de biodiversidad es un gran reto ambiental. A pesar de algunos éxitos locales, la biodiversidad global está declinando y se prevé que esta pérdida persista (OECD, 2012a). Alrededor de 20% de mamíferos y aves, casi 40% de los reptiles, un tercio de los anfibios y una cuarta parte de los peces marinos están ya en la lista de especies en peligro (OECD, 2016c). En un escenario de referencia, es decir, en ausencia de nuevas políticas de intervención, 10% de la biodiversidad podría perderse hacia el 2050, y la mayor parte de esta pérdida ocurriría antes de 2030. Es probable que las disminuciones agudas se presenten en la zona de matorral y la sabana, así como en bosques templados y tropicales (OECD, 2012a).

Los niveles de amenaza son especialmente altos en países con gran densidad de población y concentración de actividad humana. Las presiones sobre la biodiversidad pueden ser físicas (p. ej., alteración y fragmentación del hábitat), químicas (p. ej., contaminación tóxica, acidificación, derrames de petróleo, otra contaminación) o biológicas (p. ej., alteración de dinámicas y estructura de especies mediante la liberación de especies exóticas o el uso comercial de recursos de vida silvestre) (OECD, 2015e). Sin embargo, hasta el momento, los principales motivos de pérdida global de biodiversidad terrestre son los cambios en el uso y administración de la tierra, es decir, la conversión de los ecosistemas naturales para la producción de alimentos, cultivos bioenergéticos y ganado (OECD, 2012a). La deforestación sigue siendo una de las mayores preocupaciones, a pesar de que las tasas anuales de deforestación van disminuyendo. La sobrexplotación de los recursos acuíferos y los cambios en la morfología de los sistemas de agua (eutrofización, acidificación) amenazan los ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, los grandes beneficios que ofrecen los servicios relacionados con la biodiversidad y los ecosistemas ofrecen incentivos para invertir en la conservación y el

uso sostenible. Por ejemplo, algunas estimaciones asignan un valor de USD 192 miles de millones de dólares por año a los servicios de polinización que proporcionan los insectos, y el valor global de los arrecifes de coral para las pesqueras, la protección costera, el turismo y la biodiversidad se estima en 30000 millones de dólares por año. La pérdida global de bosques que proporcionan hábitats naturales y contribuyen a la eliminación del carbono, la regulación del agua y la prevención de la erosión se estima en 2 millones de millones de dólares por año (véanse ejemplos citados en OECD, 2012a). En algunos países de Asia y África, 80% de la población basa el cuidado primario de la salud en la medicina tradicional (incluida la fitoterapia) (OECD, 2014f). Al continuar las extinciones, es probable que se reduzca la disponibilidad de algunas de estas medicinas y los nuevos desarrollos de fármacos se restrinjan.

La mayor parte de las áreas ricas en biodiversidad se encuentran en los países en desarrollo. Se prevé que para el 2050, 39% de la pérdida de biodiversidad terrestre global se concentre en países con un bajo nivel de ingreso, 36% en los integrantes del BRIICS, y 25% en los de la OCDE (OECD, 2012a). Es probable que las pérdidas sean elevadas en Japón y Corea, Europa, el sur de África e Indonesia. Algunos países de Europa central ya experimentan una amenaza extrema a la biodiversidad (OECD, 2016c). Adicionalmente, los países en desarrollo tienden a cargar con la mayor parte de los costos de la pérdida de biodiversidad, ya que a menudo dependen de los recursos naturales para el desarrollo económico más que los países desarrollados (OECD, 2012a).

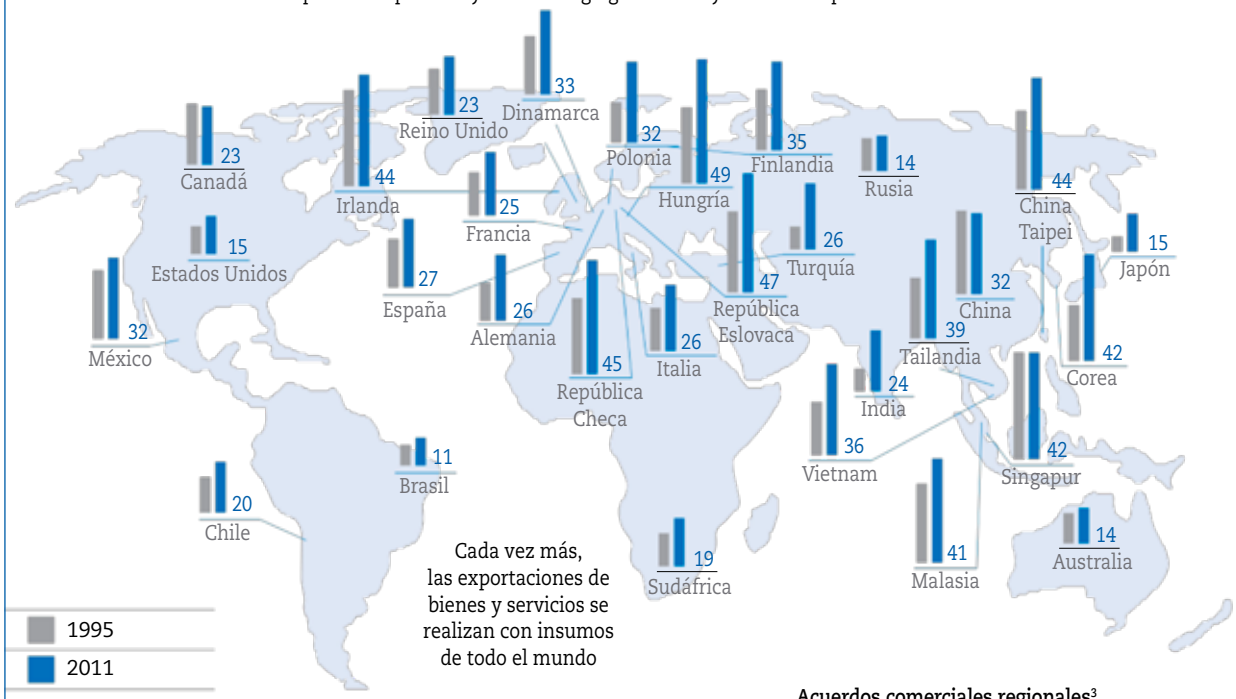
Los gobiernos han tratado de diseñar redes de áreas protegidas conectadas por corredores naturales para restaurar, mantener o mejorar la congruencia ecológica y la capacidad adaptativa natural de los ecosistemas. Cuando los ecosistemas rebasan las fronteras políticas, el mantenimiento de la conectividad requerirá de la coordinación entre los administradores y los científicos de los países vecinos. Las comunidades locales y autóctonas también desempeñan un papel crítico en la administración de las áreas protegidas y como fuente de conocimiento local y tradicional (OECD, 2012a). La IdC, las aplicaciones inteligentes y los sensores pueden apoyar el funcionamiento de estas áreas protegidas y ayudar a involucrar a las poblaciones locales y a las de áreas remotas en un monitoreo más estrecho de los ecosistemas y la biodiversidad. El monitoreo participativo y los datos masivos podrían generar gran cantidad de nueva información y apoyar nuevas prácticas de investigación y ciencia civil.

El reciclaje de residuos y las premisas de la economía circular

Una débil administración de los residuos tiene impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente, p. ej., contaminación del suelo y del agua, calidad del aire, uso de tierras y paisaje. Durante las pasadas dos décadas, los países de la OCDE han realizado esfuerzos significativos para controlar la generación de residuos, y el crecimiento de los residuos municipales ha disminuido de 1.24% entre 1995 y 2004 a 0% entre 2005 y 2014 (OECD, 2015e). Actualmente, una persona que radica en el área de la OCDE genera, en promedio, 520 kg de residuos por año. Cada vez más, los residuos se están reutilizando en la economía mediante el reciclaje. El pretratamiento mecánico y biológico se utiliza cada vez más para mejorar las tasas de recuperación y la eficiencia de la incineración. Los lineamientos gubernamentales incentivan o exigen a los fabricantes hacerse responsables de sus productos después del punto de venta, p. ej., la Unión Europea ha introducido metas de reciclaje para los estados miembros. El depósito en vertederos de residuos municipales

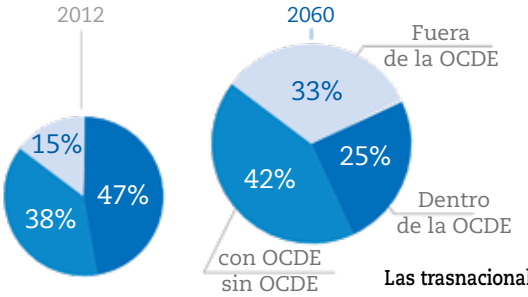
Globalización

Producción fragmentada a lo largo de las cadenas de valor globales
Participación en porcentaje de valor agregado extranjero en las exportaciones brutas[1]

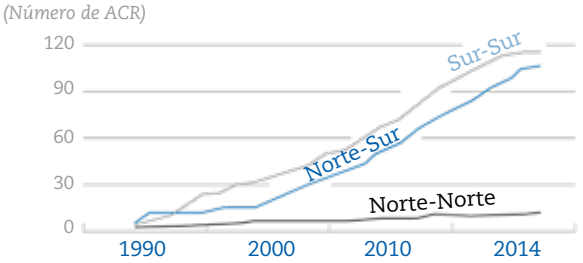


Cada vez más, las exportaciones de bienes y servicios se realizan con insumos de todo el mundo

Exportaciones brutas[2]



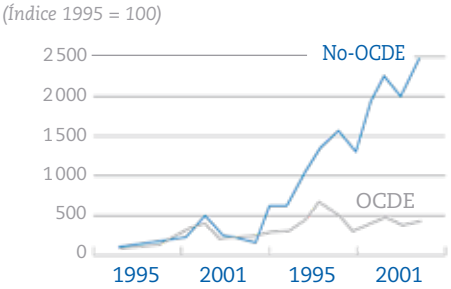
Acuerdos comerciales regionales[3]



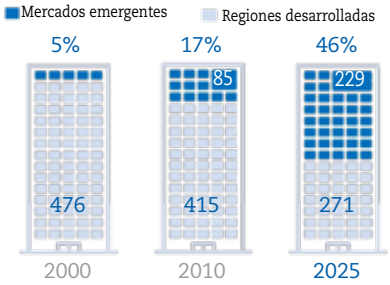
Organizaciones no gubernamentales
Número de ONG activas en la generación de políticas internacionales[4]

Las trasnacionales de economías emergentes se están volviendo jugadores globales clave

Inversión extranjera directa, flujo saliente[5]



% de las 500 principales empresas que ganan más de mil millones de USD anualmente[6]

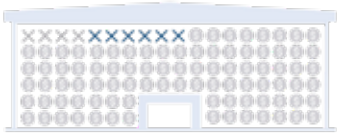


El crimen está cada vez más globalizado
Valor del comercio internacional ilícito
(estimados, miles de millones de USD)[7]

El comercio ilegal es un negocio megamultimillonario.

La evasión de impuestos de ha vuelto global
Pérdida de ingresos fiscales
(estimados, miles de millones de USD)[8]

Se pueden perder 100-240 mil millones de USD anualmente por evasión de impuestos...

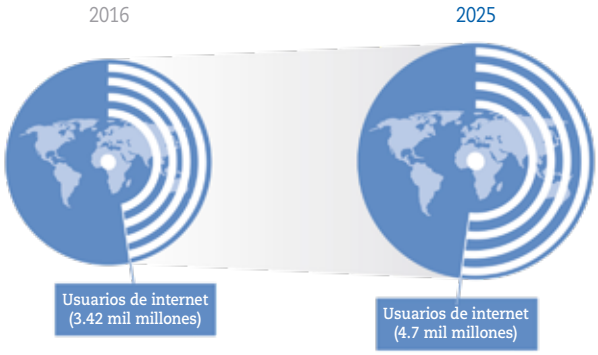


... Esto es entre el 4% y el 10% de los ingresos globales por concepto del impuesto sobre la renta corporativo

Individuos que actualmente participan en la globalización[9]

Se espera que para el 2020, alrededor de 940 millones (M) de compradores en línea gasten casi un millón de millones de USD en transacciones comerciales transfronterizas.

Usuarios de internet, 2016-25[10]



El inglés es la lingua franca en el mundo globalizado, con 1 de cada 4 personas utilizándolo actualmente. Los hablantes no nativos representan más de 80% de las comunicaciones en línea.[11]

Cooperación internacional en I+D

- La globalización seguirá facilitando la amplia difusión del conocimiento, tecnologías y nuevas prácticas de negocios, y ella misma se profundizará con esta difusión.
- Las políticas nacionales de CTI podrían enmarcarse cada vez más en términos globales, reflejando la naturaleza global de muchos problemas y asuntos, y la globalización de los mercados y la producción.
- Los acuerdos e iniciativas internacionales, como el Acuerdo de París sobre cambio climático (COP21) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, impulsarán aún más la cooperación internacional en investigación y la dirigirán hacia los grandes retos globales.

I+D empresarial

- La I+D e innovación empresarial son cada vez más globales.
- Como importantes agentes de la globalización, las empresas transnacionales pueden internacionalizar su I+D a un mayor ritmo y a mayor escala que antes.
- Las cadenas de valor globales pueden impulsar aún más la especialización industrial nacional y una creciente concentración de las capacidades de innovación.
- Los estándares juegan un papel crucial en la innovación y se internacionalizan cada vez más, ya que en una economía globalizada la compatibilidad y la interfaz transfronteriza son cada vez más importantes.

Movilidad humana

- La movilidad internacional entre los individuos con alto nivel educativo en diferentes etapas de su desarrollo personal y profesional es un motor importante para la circulación del conocimiento a nivel mundial.
- Los países e instituciones están involucrados en una competencia global por talento para armar sus propios centros de excelencia científica global.
- Las tecnologías digitales alivian cada vez más la tensión de la movilidad, permitiendo a los individuos mantener contacto constante con amigos y familia, por ejemplo.

Fuentes: 1. OCDE y WTO (2016); 2. Johansson y Olaberría (2014a); 3. WTO (2013); 4. UN ECOSOC (2016). Las cifras son acumuladas. La fecha de corte de estos datos es 8 de enero de 2015; 5. OECD (2015f); 6. McKinsey & Company (2016); 7. OECD (2016d); 8. OECD e IEA (2015). La BEPS (Erosión de la Base y Movimiento de las Utilidades) se refiere a las estrategias de evasión de impuestos que explotan huecos e incongruencias en las reglas fiscales para trasladar artificialmente las utilidades a ubicaciones con impuestos bajos o libres de impuestos. En el marco incluyente, más de 100 países y jurisdicciones están colaborando para implementar medidas contra la BEPS y afrontarla; 9. Facebook, AliResearch, US Department of Commerce, OCDE, Banco Mundial, MGI (2016); 10. Burt, D. (2014); 11. Sharifian, F. (2013).

ha sido prohibido en algunos países. Las tasas de reciclaje se están incrementando (hasta en 80% en algunos casos) para materiales como vidrio, acero, aluminio, papel y plásticos (OECD, 2015f).

Está en proceso una perceptible orientación hacia la "economía circular". Los países de la OCDE intensifican sus esfuerzos para transitar hacia una economía más eficiente en el uso de los recursos, y están mostrando signos que desvinculan el consumo de materiales y el desarrollo económico. La economía circular implica un cambio sistémico, transitando hacia una sociedad con cero residuos —o al menos baja producción de estos—, eficiente en el consumo de recursos y mediante grandes cambios en nuestros métodos tanto de producción como de consumo. Viendo más allá del potencial de ahorro de materiales y la menor huella en el medio ambiente que podría ofrecer el alejamiento del modelo establecido de "tomar, hacer, desechar", una economía circular podría crear grandes oportunidades económicas al generarse nuevos servicios y modelos de negocios, y al transformarse radicalmente las relaciones entre productor y consumidor y entre producto y usuario. La reparación, reutilización y remanufactura se incrementarían, al igual que las tasas de reciclaje, y la tecnología de materiales evolucionaría y permitiría una transición de materiales no renovables a la producción y uso de elevadas tasas de materiales renovables en productos terminados (Waste Management World, 2015). Este aumento en el giro hacia una economía circular promete grandes beneficios tanto macroeconómicos como corporativos. Tan solo el potencial de ahorro en materiales se estima en más de un millón de millones de dólares anuales (WEF, 2014; McKinsey Centre for Business and Environment and The Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Globalización

La globalización —en la forma de flujos internacionales de capital, bienes y personas— facilita la difusión de conocimientos, tecnologías y nuevas prácticas de negocios. Estas dinámicas influyen positivamente en la innovación y la productividad económica a largo plazo. Más aún, el cambio tecnológico, en particular en las TIC y el transporte, han facilitado e incluso acelerado la globalización. La megatendencia de una globalización cada vez mayor puede seguir ejerciendo una influencia significativa durante los próximos 10-15 años, a pesar de que las corrientes en contra, como el creciente proteccionismo, pueden ser disruptivas y provocar discontinuidad.

Comercio y cadenas de valor globales

Desde 1995, la mayoría de los países ha experimentado aumentos significativos en la participación del valor agregado extranjero, tanto en sus exportaciones como en el consumo final, reflejando la creciente interdependencia de la economía global (OECD, 2015g). Se prevé que la integración comercial mundial siga creciendo en el futuro, aunque a un ritmo ligeramente inferior al observado en décadas recientes. Se espera que el comercio de servicios siga expandiéndose con mayor rapidez que el comercio de productos, debido en parte a la constante liberalización del sector, a la creciente participación de los servicios en el PIB y, finalmente, a las tendencias de consumo impulsadas por poblaciones que envejecen. Los patrones comerciales reflejarán los cambios en el peso económico global, con un incremento en las exportaciones de las economías no integrantes de la OCDE, de 35% en 2012 a 56% en el 2060 (Braconier, Nicoletti y Westmore, 2014).

El rápido crecimiento de las cadenas de valor mundiales (CVM) ha sido un importante motor de la globalización económica durante las últimas décadas y ha dado lugar a una creciente interconectividad entre países. Las CVM se han vuelto, en promedio, más largas y complejas al paso del tiempo, con la producción distribuida en un número creciente de países, también en aumento en las economías emergentes. La creciente fragmentación internacional de la producción en las CVM, apoyada por una logística habilitada digitalmente, telecomunicaciones y servicios empresariales, ha presentado más actividad intensiva en mano de obra maquilada fuera de los países de la OCDE, en economías con mano de obra barata. Pero el grado en que esto continuará en el futuro es incierto. Los incrementos de salarios, p. ej., en el este de China, y la creciente automatización erosionan la ventaja de las economías emergentes, mientras que las largas y complejas CVM han expuesto a las empresas a un creciente grado de riesgo de suministro en el caso de golpes adversos. Adicionalmente, los problemas administrativos, logísticos y operativos, incluyendo la protección de los derechos de propiedad intelectual (DPI), con frecuencia dieron como resultado costos "ocultos" (es decir, costos que no se consideraron en la decisión de contratar maquila), que en algunos casos han hecho que la maquila en el exterior resulte poco o nada rentable (OECD, 2015h). En conjunto, estos factores del lado del suministro pueden motivar a algunas empresas, en algunas industrias, a "retornar" las actividades más cerca de sus mercados principales en los países de la OCDE.

Simultáneamente, las economías emergentes, como China, están intentando moverse hacia actividades de mayor valor agregado y cambiar sus posiciones —tanto hacia arriba como hacia abajo— en las CVM. La innovación es la clave de la capacidad de mejora. Las capacidades de I+D industrial se han desarrollado con rapidez en estas regiones, y los incrementos constantes en la intensidad de I+D apuntan a una creciente competencia en

los activos de I+D. Más ampliamente, la creciente importancia de las CVM puede dar como resultado una mayor concentración de un conjunto específico de tareas, p. ej., aquellas en las que las empresas del país tengan una ventaja comparativa. Dependiendo de las estructuras de gobernanza de las CVM, esto puede conducir a una progresiva concentración de capacidades de innovación entre los actores nacionales (OECD, 2015i).

Además de los movimientos para fomentar un comercio multilateral más abierto durante las últimas décadas, muchos países han buscado establecer nuevos acuerdos comerciales bilaterales y regionales (ACR), en forma paralela, para incrementar el comercio y estimular el crecimiento económico. La proliferación actual de ACR refleja en parte la demanda de una integración más profunda que la lograda hasta el momento con los acuerdos multilaterales. Estos acuerdos podrían ocasionar que la geografía de las CVM se oriente hacia una organización más regional.

Empresas trasnacionales

Las actividades de I+D e innovación son cada vez más globales, gracias a la cambiante organización internacional dentro de las empresas trasnacionales (ET), que están internacionalizando su I+D a un ritmo más veloz y en mayor escala que en el pasado (OECD, 2015i). Los asociados controlados por empresas extranjeras desempeñan un importante papel en la I+D local en varios países de la OCDE. En 2013 representaron más de una quinta parte del negocio total de I+D en la mayoría de los países que cuentan con esta información (OECD, 2015g). Con frecuencia, los inventos patentados también son resultado de la colaboración entre inventores de diferentes economías. En promedio, la coinvención internacional de patentes creció 27% entre los periodos 2000-03 y 2010-13 (OECD, 2015g).

Los flujos de IED en el mundo se han triplicado desde mediados de la década de 1990, creciendo a un ritmo mayor que el comercio internacional de bienes y servicios. Aunque la mayor parte de los flujos aún se dan dentro de la OCDE, el panorama ha cambiado drásticamente durante la década más reciente. Hasta 2003, alrededor de 95% de los flujos de IED provenían de países de la OCDE, pero durante la década pasada su participación ha caído por debajo de 80%, debido al espectacular incremento en la inversión extranjera de las economías emergentes. En general, los flujos al exterior de los BRIICS se han más que triplicado entre 2002-07 y 2008-13. Parte de esta inversión se ha dirigido a la adquisición de tecnologías más avanzadas que las disponibles localmente como parte de las estrategias de actualización tecnológica de las empresas, fenómeno que seguramente crecerá conforme las economías emergentes se desplacen hacia las fronteras tecnológicas en ciertos sectores. En lo referente a los flujos de entrada, la IED en China y el Sureste Asiático ha crecido de un promedio de 83 mil millones de dólares por año durante el periodo 1995-2001 a un aproximado de 417 mil millones de dólares en el periodo 2008-13. Entre los países no integrantes de la OCDE, China fue el mayor receptor de IED en 2013, duplicando sus flujos de entrada promedio anuales durante el periodo 2008-13. Las entradas de IED pueden proporcionar a los países receptores acceso a nuevas tecnologías y generar oportunidades de empleo y difusión de conocimiento para las empresas locales (OECD, 2015g).

Los estándares desempeñan un papel importante en la innovación al proporcionar consensos en la industria acerca de reglas, prácticas, mediciones y normas utilizadas en la tecnología, el comercio y la sociedad en general. Cada vez más, el trabajo de estandarización se organiza internacionalmente, ya que en una economía globalizada la compatibilidad y la interfaz transfronteriza son cada vez más importantes. Las empresas que tienen un

papel principal en el establecimiento de estándares internacionales adquieren ventajas por ello, hasta el punto en que los nuevos estándares se alinean a sus propios estándares o a las características de su base productiva (OECD, 2015i).

Flujos digitales globales

No solo se han incrementado los flujos de bienes y financieros durante las dos últimas décadas, también se han disparado los flujos digitales de comercio, información, búsquedas, video, comunicaciones y tráfico interempresarial. El ancho de banda transfronterizo ha crecido 45 veces respecto a 2005 y se proyecta que crecerá otras nueve veces durante los próximos cinco años (MGI, 2016). Las plataformas digitales globales están ayudando a disminuir los costos de las comunicaciones y transacciones transfronterizas, reduciendo por lo tanto la escala mínima en que los negocios pueden operar globalmente y permitiendo que las pequeñas empresas se conviertan en "micromultinacionales" (eBay, s.f.). Las plataformas digitales globales también están facilitando que los individuos establezcan sus propios contactos transfronterizos, permitiéndoles aprender, encontrar trabajo, mostrar su talento y formar sus redes personales. Alrededor de 900 millones de personas tienen contactos internacionales en las redes sociales y 360 millones participan en comercio electrónico transfronterizo, cifras que están creciendo con rapidez (MGI, 2016).

Globalización del comercio ilícito

La liberalización del comercio y el costo relativamente bajo de las cadenas de suministro transcontinentales han modificado los alcances geográficos, el volumen y el rango de bienes comercializados en mercados ilegales. Las utilidades del crimen organizado trasnacional se han estimado hasta en 870 miles de millones de dólares, el equivalente a 1.5% del PIB global (UNODC, 2011). La magnitud y gravedad de sus negativos impactos sociales, económicos y hasta políticos también han crecido (OECD/EUIPO, 2016). Por ejemplo, el tráfico internacional de narcóticos, armas y especialmente de seres humanos tiene obvios efectos sociales corrosivos. El comercio ilícito de falsificaciones daña el modelo de inversión en investigación y desarrollo, p. ej., en productos farmacéuticos. El tráfico de especies silvestres destruye la biodiversidad y puede disparar la diseminación de enfermedades zoonóticas. El soborno y las influencias indebidas usadas por el comercio ilícito también dañan la buena gobernanza y puede amenazar la estabilidad política (OECD, 2016d).

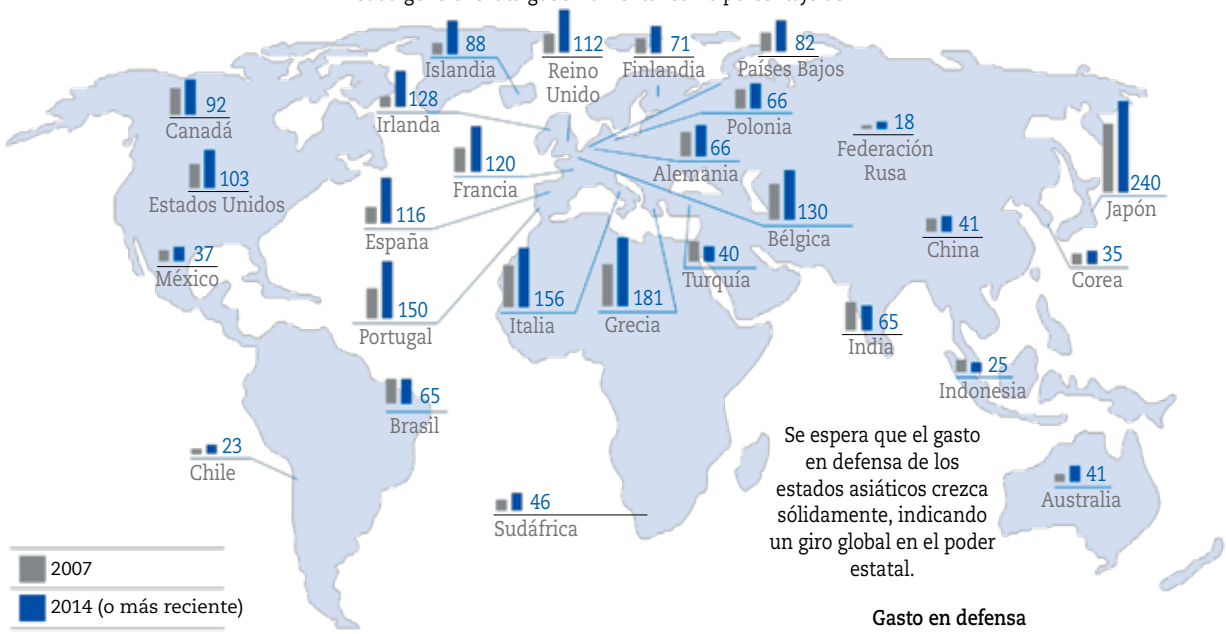
Las redes ilícitas internacionales dependen y se benefician de muchas de las mismas tecnologías e innovaciones que explotan las empresas privadas legales para mejorar su competitividad. El internet es un ejemplo particularmente notable, con la migración de la actividad criminal a la red que incrementó el nivel de amenazas a la seguridad digital en general. Ha surgido una economía subterránea cibercriminal, con grupos trasnacionales bien organizados que muestran habilidades considerables para la innovación técnica y para cometer robos financieros, de información y de identidad, utilizando herramientas tecnológicas cada vez más avanzadas, algunas de las cuales son automáticas y se despliegan a gran escala para lograr el máximo impacto (OECD, 2015j).

Globalización política

Aunque el Estado seguirá siendo el actor dominante en asuntos nacionales e internacionales en el futuro cercano, la creciente conectividad internacional entre una

Papel de los gobiernos

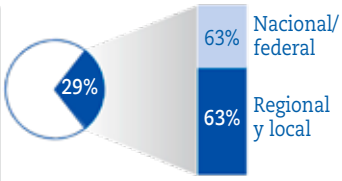
Los gobiernos están fuertemente endeudados
Deuda general bruta gubernamental como porcentaje del PIB[1]



Se espera que el gasto en defensa de los estados asiáticos crezca sólidamente, indicando un giro global en el poder estatal.

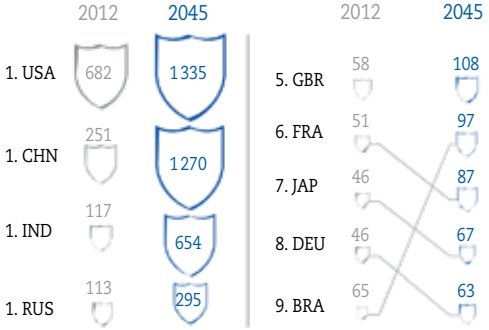
El suministro de gobierno es una poderosa herramienta de apalancamiento
OCDE, 2013[3]

Los suministros de gobierno representan 12% del PIB

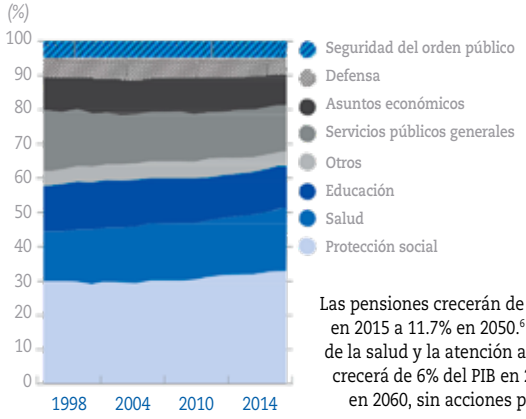


... y 29% del gasto público

Gasto en defensa
2012 miles de millones de USD[2]

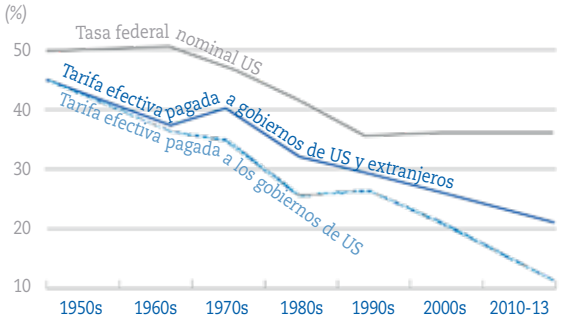


Gastos de los países de la OCDE[5]

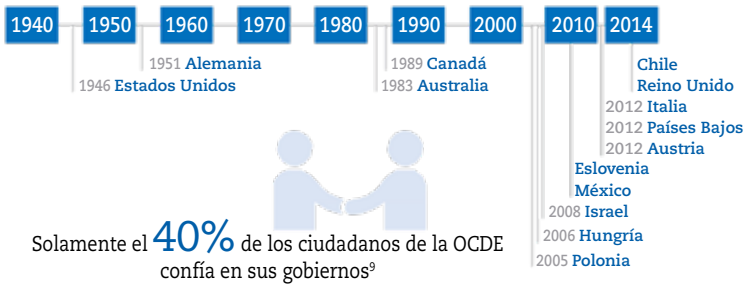


Las pensiones crecerán de 9.5% del PIB en 2015 a 11.7% en 2050.[6] El cuidado de la salud y la atención a largo plazo crecerá de 6% del PIB en 2010 a 14% en 2060, sin acciones políticas.[7]

Ingresos fiscales corporativos en EU a la baja
Tasa efectiva de impuestos sobre utilidades corporativas[4]



Los países de la OCDE están optando cada vez más por regular el cabildeo[8]

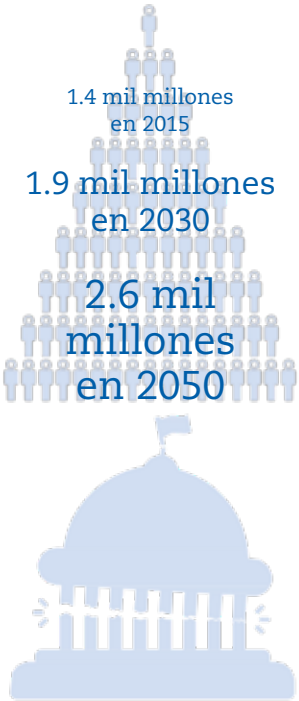


Solamente el **40%** de los ciudadanos de la OCDE confía en sus gobiernos[9]

¿Los más grandes corporativos serán rivales de los gobiernos?
Miles de millones de USD[10]

País/empresa	PIB/beneficios
Luxemburgo	58
Apple	54
Uruguay	53
Costa Rica	51
Croacia	49
Tanzania	45
ICBC	44
Eslovenia	43
China Construction Bank	36
Agricultural Bank of China	29
Letonia	27
Bank of China	27
Berkshire Hathaway	24
JPMorgan Chase	24
Estonia	23
Wells Fargo	23
Surgutneftega	20
Toyota Motor	19
Camboya	18
Gilead Sciences	18
Verizon Communications	18
Novartis	18
Islandia	17
China Mobile	17
Alphabet	17
Samsung Electronics	17

Más gente vivirá en estado de vulnerabilidad[11]



Surgimiento de megalópolis: ¿un reto para los estados nacionales?[12]

Las megalópolis pueden convertirse en el epicentro del desarrollo social, económico y político, desplazando a los estados nacionales en algunas instancias.

Relaciones con la ciencia y la innovación

- Los gobiernos seguirán jugando un papel esencial para garantizar la autonomía científica y apoyar la ciencia básica.
- Probablemente los gobiernos se vuelvan cada vez más proactivos en la promoción de la innovación verde, utilizando el financiamiento de la I+D, incentivos fiscales, adquisiciones innovadoras, estándares y reglamentos.
- El giro hacia un mundo más multipolar podría incrementar la incertidumbre en seguridad y posiblemente dispare nuevas carreras armamentistas, que probablemente influirán en el gasto de gobierno en CTI.
- Los gobiernos seguirán recabando y generando grandes cantidades de datos útiles para la investigación y la innovación.

Capacidad del gobierno

- Mientras que los gobiernos seguirán siendo los mayores inversionistas en I+D público, las crecientes cargas de la deuda, menguantes ingresos fiscales y el alza en gastos en pensiones y cuidado de la salud podrían poner en riesgo su capacidad para financiar actividades de CTI a los niveles actuales.
- El cambio tecnológico presentará nuevos retos a los gobiernos para la administración de las rentas de la innovación (p. ej., a través de políticas de competencia) reentrenamiento de la fuerza de trabajo (p. ej., a través de la educación).
- Los propios gobiernos están innovando, realizando experimentos y apoyándose crecientemente en las tecnologías digitales para la formulación, entrega y evaluación de políticas.

Actores no estatales

- Las ciudades y regiones serán financiadores públicos cada vez más significativos para la investigación y la innovación.
- Los gobiernos se asociarán cada vez más a las empresas, las ONG y los filántropos para apoyar la CTI, lo cual tendrá una influencia en las agendas de investigación pública.

Fuentes: 1. Deuda general bruta de gobierno, en OECD (2015l); 2. ESPAS (2015); 3. OECD (2015l). "Otros" incluye protección ambiental, vivienda, etc.); 4. Zucman, G. (2015); 5. OECD (2016e); 6. "Proyecciones de gasto en pensiones públicas como proporción del PIB del 2015 al 2050", en OECD (2014g); 7. De la Maisonneuve y Martins (2015); 8. OECD (2014h); 9. OECD (2015l); 10. Forbes (2016); World Bank national accounts data; OECD National Accounts; 11. OECD (2015m); 12. UNDESA (2015b).

gama de actores, incluidas empresas multinacionales, movimientos globales de la sociedad civil y ciudades, supone un cambio en el ambiente para afrontar los problemas globales. Al mismo tiempo, el extraordinario desarrollo económico de Asia en décadas recientes implica un giro histórico en el poder económico y geopolítico que cuestiona la legitimidad de muchas de las instituciones multilaterales posteriores a la segunda Guerra Mundial. La falta de representatividad permanece como una preocupación importante, en particular entre las instituciones financieras internacionales, lo que ha llevado a algunas economías emergentes a establecer mecanismos nacionales y multilaterales paralelos (p. ej., banca de desarrollo, bloques comerciales regionales y agrupaciones como BRICS). En conjunto, esta fragmentación del poder puede dificultar a los Estados el establecimiento de consensos internacionales respecto a problemas globales y regionales (OECD, 2015k). Por otro lado, merecen destacarse diversos éxitos recientes en el frente de la gobernanza global, en particular el acuerdo COP21 de París y las Metas de Desarrollo Sostenible de la ONU, los cuales tienen importantes aspectos de CTI.

Las políticas nacionales de CTI se enmarcan cada vez más en términos globales, lo que refleja la naturaleza global de muchos problemas y asuntos, y la globalización de los mercados y la producción. Por lo tanto, la gobernanza transfronteriza cobra especial importancia para la CTI, en particular para abordar los "grandes retos" globales, como el cambio climático y las amenazas a la salud y a la suficiencia de recursos. Sin embargo, los marcos internacionales en muchas áreas de CTI están en sus inicios y se ven afectados por diversas barreras, sobre todo dificultades para coordinar el financiamiento colectivo a través de los regímenes nacionales de fondeo. Los países también se preocupan por la apropiación de los beneficios de la inversión pública mancomunada en investigación e innovación, al considerar el surgimiento de la CTI como tema central en las políticas industriales nacionales (OECD, 2015i).

Movilidad internacional a través de la educación superior

La movilidad internacional entre individuos con alto nivel educativo en diferentes etapas de su desarrollo personal y profesional es un motor importante para la circulación del conocimiento en el mundo. Una etapa clave es la educación superior, cuando los alumnos que estudian o pasan algún tiempo en instituciones extranjeras de educación superior establecerán enlaces con otros individuos y obtendrán competencias que pueden llevar a otros lugares durante su vida laboral (OECD, 2015g). El número de estudiantes extranjeros aumentó más de cinco veces desde mediados de la década de 1970. La cifra rondaba los 0.8 millones en el mundo en 1975 y ha crecido a más de 4 millones en 2010. Los estudiantes extranjeros están muy concentrados en unos cuantos países, pues casi la mitad va a los cinco principales países de destino (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Francia y Australia). Sin embargo, las regiones de destino con mayor crecimiento son América Latina y el Caribe, Oceanía y Asia, lo que refleja la internacionalización universitaria en un creciente conjunto de países (OECD, 2012b). Mirando a futuro, el número de estudiantes que busca estudiar en el extranjero puede duplicarse a 8 millones para 2025. Se espera que el crecimiento promedio anual en la demanda de educación superior internacional entre 2005 y 2025 sea superior a 3% en África, Medio Oriente, Asia, América Central y Sudamérica (Goddard, 2012). Se prevé que los países que más estudiantes internacionales enviarán para 2025 sean China, India, Alemania, Corea del Sur, Arabia Saudita, Nigeria, Turquía, Paquistán, Francia y Kazajistán, y que los estudiantes de China e India representen alrededor de un tercio de la cifra total (British Council, 2013).

El papel cambiante del gobierno en el desarrollo económico

Históricamente, muchos países de la OCDE ejecutaron políticas industriales sumamente intervencionistas, con frecuencia como propietarios de los medios de producción en ciertas industrias clave o favoreciendo a algunas "empresas líderes nacionales" del sector privado. Este tipo de política cayó en desgracia a partir de la década de 1970 y fue remplazado por políticas de naturaleza más horizontal con un enfoque en la mejora de las condiciones marco para todos los negocios. Estas condiciones incluyen la aplicación de reglas de competencia, apertura comercial, disponibilidad de habilidades (educación y formación profesional), etc. Sin embargo, tras la reciente crisis económica, muchos países de la OCDE han mostrado un renovado interés en una política industrial más selectiva. Las preocupaciones respecto a la pérdida de capacidad de producción y la creciente competencia de las economías emergentes también han contribuido a un aumento de este interés, así como la posibilidad de una "nueva revolución productiva" impulsada por la ciencia y la tecnología.

Este nuevo enfoque difiere de anteriores generaciones de política industrial. Requiere las funciones de facilitador y coordinador para el gobierno y nuevas formas de trabajo conjunto entre gobierno e industria, mientras se evita la influencia indebida de intereses creados (Warwick, 2013). Las alianzas son importantes para la innovación, aunque no siempre operan con eficiencia, al motivar a los gobiernos para que apoyen, entre otras cosas, la cooperación para la investigación, así como el conocimiento compartido entre empresas o entre empresas y universidades. El apoyo al desarrollo tecnológico es también "de abajo hacia arriba", a diferencia del enfoque anterior de "elegir a los ganadores", con gobiernos apoyando las tecnologías de uso general para no entorpecer la competencia de arriba hacia abajo o infringir las reglas de ayuda estatal en los tratados internacionales. El apoyo también está cada vez más enfocado al reto, ya que los gobiernos buscan redirigir el cambio tecnológico dependiente de una trayectoria a tecnologías más beneficiosas social y ambientalmente, y para estimular las inversiones privadas en CTI en este sentido.

El cambio tecnológico, en particular la digitalización, presenta al gobierno nuevos retos para administrar la rentabilidad de la innovación. Los diseñadores de políticas necesitan generar una gama de políticas que, por una parte, faciliten a las empresas más innovadoras la inversión en innovaciones de vanguardia y el acceso a trabajadores capacitados, financiamiento y mercados, y por la otra, apoyar la difusión de innovaciones al resto de la economía, permitiendo que todas las empresas se beneficien de ellas (OECD, 2016f).

Finalmente, el funcionamiento del gobierno se encuentra bajo el reflector de la innovación. Por ejemplo, considerando que los gobiernos recaban grandes volúmenes de datos y cada vez más los ponen a disposición abierta, hay mayores oportunidades de investigación e innovación para explotar utilizando el análisis de datos masivos. Los gobiernos también se están innovando a sí mismos cada vez más, realizando experimentos y apoyándose crecientemente en las tecnologías digitales para la formulación, entrega y evaluación de políticas.

El papel del gobierno en el apoyo a la investigación

La investigación pública patrocinada por el Estado tiene un papel clave en los sistemas de innovación y los procesos de toma de decisiones. Es una fuente de conocimiento nuevo,

especialmente en áreas de interés público, como la ciencia básica o los campos relacionados con retos sociales y ambientales, en las que las empresas no siempre están bien preparadas o motivadas para invertir. Más aun, los gobiernos desempeñan un papel fundamental para garantizar la autonomía científica. También apoyan de 10 a 20% de la inversión empresarial en I+D en la mayoría de los países de la OCDE. La justificación estándar del fracaso del mercado para este apoyo público es que las empresas tienden a invertir poco en I+D debido a su costo e incertidumbre, el tiempo que se requiere para obtener el retorno de la inversión y la posibilidad de que los competidores obtengan beneficios del conocimiento (debido a la naturaleza no confrontadora y parcialmente excluible de la I+D). Todas estas razones para apoyar la investigación pública y la I+D de las empresas seguramente seguirán vigentes los próximos 10-15 años. La pregunta es si los gobiernos tendrán la capacidad de pagar las inversiones requeridas.

¿Una crisis fiscal del Estado?

Es probable que las presiones sobre el presupuesto público sigan creciendo en muchos países al evolucionar la demografía en forma desfavorable, y que las presiones sobre el gasto derivadas de las pensiones, salud, educación e inversiones en infraestructura se intensifiquen. Dentro de la OCDE, en promedio, el gasto social público creció de poco más de 15% del PIB a casi 22% entre 1980 y 2014. Los gobiernos también se endeudan cada vez más, en particular desde la crisis financiera, y muchos han adoptado medidas de austeridad recientemente para reducir o incluso revertir las altas tasas de deuda/PIB. Al mismo tiempo, la globalización ha abierto oportunidades a las empresas trasnacionales (ET) de reducir significativamente su pago de impuestos. El uso de arreglos legales que desaparecen las utilidades para efectos fiscales o que permiten que las utilidades se trasladen artificialmente a localidades con baja o nula tasa impositiva da como resultado una pérdida de ingresos fiscales estimados conservadoramente entre 100 mil millones y 240 mil millones de dólares anuales. Esto equivale a una cifra entre 4 y 10% de los ingresos globales por concepto del impuesto sobre la renta corporativo (OECD, 2015n). A pesar de estas presiones, los gobiernos seguirán siendo los mayores inversionistas en I+D público, aunque su capacidad para financiar actividades de CTI a los niveles actuales puede verse amenazada. Respecto a este punto, los datos más recientes sobre gasto general en I+D en la región de la OCDE muestran una ligera caída en el financiamiento gubernamental (véase el capítulo 3), que puede ser una "señal débil" de las tendencias futuras del gasto público.

¿Una crisis de confianza en el gobierno?

Como secuela de la crisis económica global, se erosionó la confianza pública en los gobiernos e instituciones. Hay una sensación de que los gobiernos fallaron en responder con eficacia durante el desarrollo de la crisis o al no enfrentar sus consecuencias adecuadamente. El cambio tecnológico ha traído una revolución de la producción, pero también ha afectado el empleo y generado nuevos riesgos asociados a la privacidad y el cibercrimen. La corrupción, sea percibida o real, el alto nivel de desempleo, la creciente desigualdad en el ingreso y la percepción de que los sistemas educativos son obsoletos y no proporcionan igualdad de oportunidades, alimentan una creencia generalizada de que los gobiernos son incapaces de proteger los legítimos intereses de sus ciudadanos (OECD, 2015k). Esta crisis de confianza tiene implicaciones sobre las políticas de CTI, ya

que gran parte de la I+D se sigue realizando dentro del sector público. Más aun, se espera que los gobiernos tengan una importante participación normativa y regulatoria sobre la investigación y la innovación, tal como la certificación de la seguridad de los nuevos productos, papel difícil de cumplir en un mundo de incertidumbre debido a un cambio tecnológico veloz y globalizado.

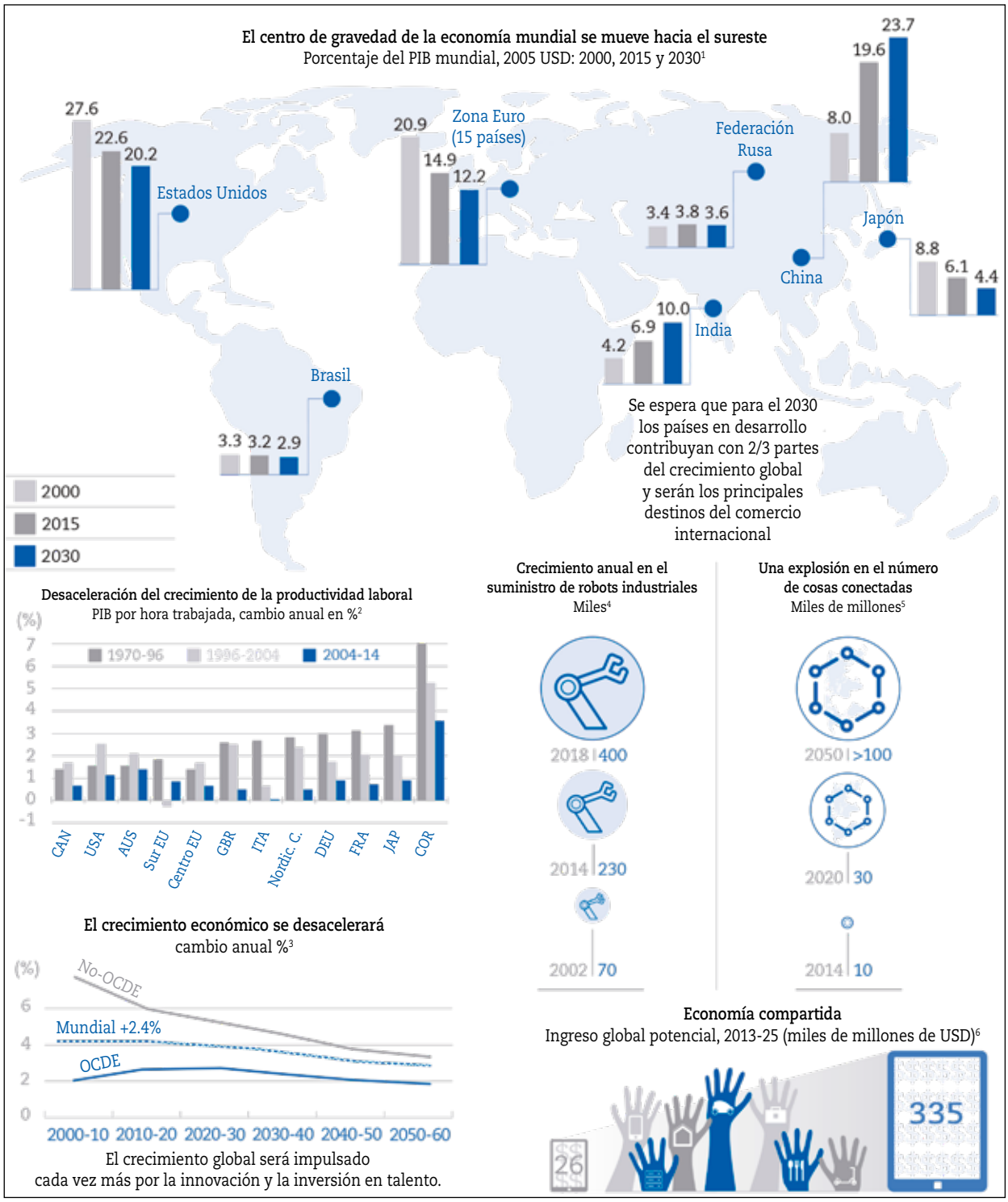
¿Creciente inestabilidad en el sistema internacional de Estados?

Una gama de tendencias y acontecimientos a nivel mundial, y tratados en otras partes de este capítulo —p. ej., la creciente importancia de los países emergentes y en desarrollo; el cambio del centro de gravedad económica a Asia y la disminución concomitante del peso económico relativo de Estados Unidos y Europa; y el surgimiento de las CVM—, indican un giro hacia un mundo más multipolar, el cual ya está generando crecientes incertidumbres en el sistema internacional.

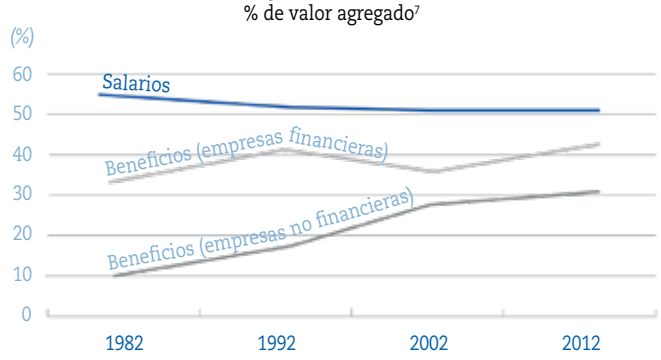
En retrospectiva, las últimas dos décadas han atestiguado una disminución gradual en el número (y gravedad) de conflictos armados internos en el mundo, de un pico en 1994, cuando casi la cuarta parte de los países del mundo estaban inmersos en conflictos civiles, a menos de 15% en la actualidad. Esto ha sido resultado, en gran medida, de mejoras generalizadas en factores como los niveles educativos, la diversificación económica y acontecimientos demográficos más favorables (Hegre y Nygard, 2014). El número de conflictos entre Estados, aunque relativamente variable, también lleva una trayectoria descendente (Petterson y Wallensteen, 2015), sobre todo debido al creciente cuerpo de normas globales en contra de la guerra y los cada vez más profundos lazos económicos y financieros entre los países. No sorprende que en lo referente al pronóstico del conflicto armado con visión a largo plazo las opiniones difieran. Hegre y Nygard (2014), por ejemplo, pronostican que la tendencia a la baja continuará, y la proporción de países con luchas armadas internas caerá del 15% actual a 12% en 2030, y 10% en 2050, y con los conflictos concentrados principalmente en el África subsahariana y el sur de Asia. Otros son menos optimistas. El Consejo Nacional de Inteligencia de EUA (NIC, 2012) indica que los riesgos de conflicto entre Estados están al alza debido a los cambios en el sistema internacional, pero no prevé un conflicto de guerra mundial que involucre a las principales potencias. Este riesgo agudizado puede dar como resultado que los gobiernos incrementen su gasto en defensa. En muchos países, una amplia proporción del apoyo público para I+D se dirige a empresas de la industria de la defensa para el desarrollo de equipos militares y, potencialmente, para aplicaciones civiles. Cualquier elevación de las tensiones internacionales puede provocar un mayor aumento de esta participación.

Actualmente, 50 países son Estados frágiles, marcados ya sea por instituciones estatales débiles o abusivas (OECD, 2015m). Son el hogar de 1.4 mil millones de personas, y se espera que su población crezca hasta 1.9 mil millones en 2030 y 2.6 mil millones en 2050. El África subsahariana es, por mucho, la región más representada. La débil capacidad de los Estados frágiles para responder a los golpes y tensiones significa que enfrentan un riesgo agudizado de experimentar crisis políticas, sociales o humanitarias en el futuro (OECD, 2015m). Estas crisis pueden contagiarse fácilmente a los países vecinos y aún más lejos, con las correspondientes consecuencias de salud, migración, etc. Las respuestas globales a algunas de estas crisis, en particular a las concernientes a amenazas globales a la salud, pueden tener mayor influencia en las agendas futuras de CTI.

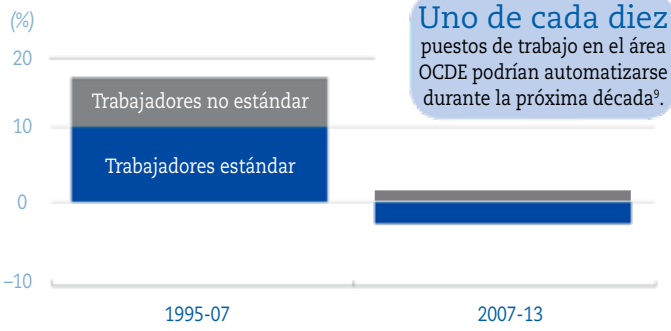
Economía, empleo y productividad



¿Y los salarios?
% de valor agregado[7]



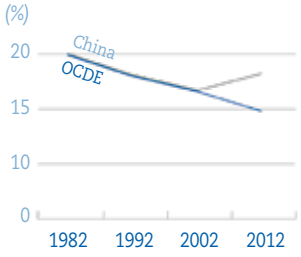
Creciente precariedad de empleo
% de crecimiento del empleo, 2007-13, por tipo de empleo[8]



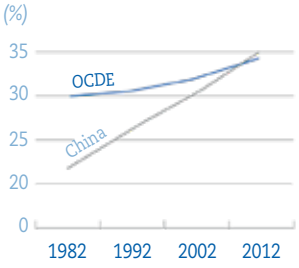
Uno de cada diez puestos de trabajo en el área OCDE podrían automatizarse durante la próxima década[9].

Más de la mitad de los puestos de trabajo creados desde 1995 son no-estándar, es decir, arreglos de tiempo parcial, temporales o de autoempleo.

Menos empleos en manufactura
% del empleo total[10]



Más empleos en industrias intensivas en I+D
% de empleos en manufactura[10]



La persistente disminución en el empleo manufacturero ha afectado a algunos sectores más que a otros, con relativamente menos empleos perdidos en industrias intensivas en I+D.

Productividad futura

- Considerando el envejecimiento de la población, el crecimiento en el ingreso será impulsado cada vez más por la innovación y la inversión en talento.
- Sin embargo, la disminución en la acumulación de capital basado en el conocimiento, junto con la dinámica de negocios de que "el ganador se queda con todo", pueden desacelerar la llegada de innovaciones importantes y su difusión entre economías.
- Se espera que las economías asiáticas suban en la escala global de valor agregado. Estos cambios vendrán acompañados y en parte impulsados por fuertes inversiones en CTI.

Tecnologías digitales

- Es probable que la creciente madurez y convergencia de las tecnologías digitales tenga impactos de largo alcance en la productividad y distribución del ingreso.
- Una economía de plataforma digital está surgiendo rápidamente, generando mayores oportunidades para que los nuevos participantes —incluyendo individuos, empresas extranjeras y emprendedores— tengan éxito en los nuevos mercados.
- Las tecnologías digitales trastornarán aun más todos los sectores. Por ejemplo, en los servicios financieros, Fintech promete trastornar el sector a través de plataformas de crédito P2P habilitadas digitalmente, microfinanciamiento colectivo de capital, sistemas de pago en línea, monedas encriptadas y cadena de bloques.

Empleos del futuro

- Se espera que los avances en las máquinas que aprenden y la inteligencia artificial expandan las capacidades de automatización de tareas, lo que podría ocasionar una mayor afectación al empleo y los salarios. Probablemente también crearán nuevos empleos que, a la fecha, no han sido siquiera imaginados.
- Las plataformas digitales mediadoras de trabajo pueden conducir a más empleos "no estándar" y contribuir al crecimiento de la llamada "economía gig".

Fuentes: 1. OECD (2014i); 2. OECD (2016f); 3. OECD (2014j); 4. International Federation of Robotics (2015); 5. Gartner (2013); 6. OECD (2016g); 7. OECD (2016h); 8. Arntz, Gregory y Zierahn (2016); 9. OECD (2015r); 10. OECD (2015g). La pérdida de empleos en manufactura en el área OCDE ha afectado a algunas industrias más que a otras. Durante los últimos 30 años, más o menos, una constantemente creciente participación del empleo manufacturero de la OCDE ha surgido de industrias intensivas en I+D, aumentando de 30% a casi 35%. En otras palabras, relativamente menos puestos de trabajo se han perdido en este grupo de industrias (químicos, maquinaria y equipo de transporte) en comparación con otros (p. ej., textiles, plásticos y metales básicos). Los cambios en los patrones mundiales de producción han atestiguado que la manufactura china está más orientada hacia las industrias intensivas en I+D, con una proporción de empleo creciendo de 20% a principios de los 1980 a 35% en años recientes. Sin embargo, una alta presencia de industrias intensivas en I+D no necesariamente indica altos niveles de gasto en I+D, ya que mucha de la I+D puede estar incluida en productos intermedios importados.

La creciente importancia de los actores no estatales

Se prevé que los actores no estatales, como empresas trasnacionales, organizaciones no gubernamentales, fondos de riqueza soberana, megalópolis, instituciones académicas y fundaciones con alcances globales, tengan un papel cada vez más influyente en las próximas décadas. En algunos casos, pueden coadyuvar a la creación de nuevas alianzas y coaliciones que cuenten con amplio apoyo público para abordar algunos de los retos globales que enfrenta el planeta: pobreza, medio ambiente, seguridad, etc. (NIC, 2012). En el ámbito de la CTI, las empresas son las principales patrocinadoras de I+D, y en ellas se ubica la mayor parte de las actividades de innovación. Los gobiernos se asociarán cada vez más con empresas, ONG y filántropos para apoyar la CTI, lo que influirá en las agendas de investigación pública (véase el capítulo 3).

Las ciudades, en particular las megalópolis, se destacan como uno de los actores subnacionales cada vez más poderosos. Las áreas metropolitanas son un importante motor de crecimiento. En la región de la OCDE, más de la mitad del crecimiento económico y la creación de empleos se presentó en las 275 áreas metropolitanas con más de 500 000 habitantes (OECD, 2013c). El número de megalópolis con 10 o más millones de habitantes se ha triplicado en los últimos 25 años, y actualmente representan 12% de la población urbana del mundo. Habrá, aproximadamente, 40 ciudades de este tipo para 2030. Las ciudades y regiones ya apoyan las actividades de investigación e innovación en su jurisdicción y un número creciente ha formulado estrategias de innovación, tendencia que probablemente se mantendrá.

El futuro del crecimiento de la productividad

Se estima que la tasa de crecimiento global disminuirá de 3.6% en el periodo 2010-20 a 2.4% en el de 2050-60. Considerando el envejecimiento de la población, el crecimiento del ingreso será impulsado cada vez más por la innovación y la inversión en talento (Braconier et al., 2014; Adalet McGowan et al., 2015). Sin embargo, el crecimiento de la productividad laboral se ha desacelerado en muchos países de la OCDE en las dos últimas décadas, lo que refleja sobre todo la desaceleración del crecimiento de la productividad en general. Una visión pesimista sostiene que es un fenómeno permanente, debido a la disminución de la tasa subyacente de avance tecnológico. De acuerdo con esta perspectiva, los tipos de innovación que se presentaron durante la primera mitad del siglo XX (p. ej., electrificación) son mucho más significativos que cualquier cosa que haya sucedido desde entonces (p. ej., las TIC), o que probablemente ocurra en el futuro (Gordon, 2011). Los optimistas tecnológicos (p. ej., Brynjolfsson y McAfee, 2011), por otra parte, argumentan que la tasa subyacente de avance tecnológico no ha disminuido y que la revolución de las TI seguirá transformando drásticamente las economías de vanguardia (OECD, 2016i).

El reciente análisis de la OCDE sobre las tendencias en productividad sugiere que la principal fuente de desaceleración en productividad no es una decreciente tasa de innovación en las empresas más avanzadas globalmente, sino una disminución en el ritmo en que las innovaciones se difunden en la economía: una falla en la denominada "máquina de difusión" (Andrews, Criscuolo y Gal, 2015). Hay diversas explicaciones posibles para esta concentración: p. ej., puede ser que estemos en los albores de una nueva trayectoria tecnológica, con acontecimientos dominados por quienes la adopten primero. Dado que la diseminación tecnológica sigue una curva sigmoide, hay un retraso antes de que se difunda más ampliamente. Otra explicación que está llamando cada vez más la atención es la dinámica de que "todo es para el ganador", que parece prevalecer especialmente en algunas industrias, como aquellas relacionadas con plataformas digitales (véase más adelante). A partir de la crisis financiera, la persistentemente débil inversión en capital físico (maquinaria y equipo, infraestructura física) también ha contribuido a una desaceleración en el crecimiento de la productividad laboral. Pero algo tal vez más preocupante es que también ha habido una desaceleración desde inicios de la década de 2000 en la acumulación de capital basado en el conocimiento, que por lo general apuntala las innovaciones y su subsecuente adopción. Esta disminución genera preocupación acerca de una desaceleración estructural en el crecimiento de la productividad y presagia una posible desaceleración en la llegada de grandes innovaciones (OECD, 2016i).

La inversión a largo plazo tiene un papel clave en la promoción del crecimiento basado en la innovación y la creación de empleo. La mayor parte de la inversión empresarial se realiza con utilidades retenidas, con relativamente poca utilización de financiamiento externo. En años recientes, las empresas han distribuido entre los accionistas una parte significativa de utilidades retenidas, con el respaldo de préstamos a bajas tasas de interés, en forma de dividendos y recompras. Estos retornos de efectivo han reducido las inversiones de "crecimiento" a largo plazo de las empresas. La OCDE estima que las empresas en las economías avanzadas podrían incrementar el gasto de capital en 60% en promedio, sin necesidad de recurrir al crédito, simplemente reduciendo dividendos y recompras (OECD, 2016i). Un reto clave de política será, entonces, establecer incentivos a la inversión de largo plazo que compensen las tendencias del sistema financiero de medir los márgenes de ganancia con base en el corto plazo (WEF, 2011).

El centro de gravedad de la economía mundial se mueve hacia el oriente y el sur

Los próximos 50 años presenciarán cómo el centro de gravedad de la economía mundial se mueve hacia el oriente y el sur. Se prevé que para 2030 los países en desarrollo contribuyan con dos terceras partes del crecimiento global y con la mitad de la producción local, y serán los principales destinos del comercio internacional. Las economías emergentes, como China e India, son mercados cada vez más importantes para las empresas en muchas industrias. Está surgiendo con rapidez una nueva clase media que conllevará un incremento en el consumo de productos básicos y de otras categorías. Estos factores del lado de la demanda significan que es probable que las economías emergentes sigan siendo las ubicaciones preferidas para las actividades de producción, reduciendo la probabilidad de un retorno generalizado a los países de la OCDE (OECD, 2015h). Más aun, los incrementos en el ingreso y los cambiantes patrones de consumo significan que, seguramente, las exportaciones manufactureras de China, India y otras economías asiáticas elevarán sus niveles de valor agregado a escala global, mientras que cambios relevantes hacia los servicios verán a China y a otras economías emergentes obtener importantes participaciones en el comercio de servicios a costa de los países de la OCDE en el largo plazo (Johansson y Olaberria, 2014b). Estos cambios vendrán acompañados, y en parte impulsados, por inversiones en CTI. Por ejemplo, el gasto en investigación en China ya ocupa el segundo lugar, solamente superado por Estados Unidos (véase capítulo 3).

Las tecnologías digitales afectarán aún más las economías

Es probable que la creciente madurez y convergencia de las tecnologías digitales tenga impactos de largo alcance en la productividad, distribución del ingreso, bienestar y medio ambiente. Para el 2030, las empresas serán predominantemente digitalizadas, lo que permitirá que los procesos de diseño, fabricación y entrega sean altamente integrados y eficientes. Las tecnologías de manufactura aditiva permitirán que ciertos productos puedan personalizarse según las necesidades específicas del usuario, mientras que el IdC, el análisis de datos masivos, la inteligencia artificial y las máquinas que aprenden permitirán el surgimiento de máquinas inteligentes que cada vez serán más ajustables mediante tecnologías de sensores, poder de cómputo barato y uso de algoritmos en tiempo real (OECD, 2015h).

Los costos de los equipos y la informática seguirán cayendo, mientras que el crecimiento de las prácticas de desarrollo de código abierto creará más comunidades de desarrolladores, no solamente de *software*, sino también de *hardware* y "*wetware*", p. ej., en biología sintética "casera" (véase el capítulo 2). Habrá mayores oportunidades para que los nuevos participantes —incluidos individuos, empresas externas y emprendedores— tengan éxito en los nuevos mercados. Las tecnologías de reconocimiento de patrones, como los datos masivos y las máquinas que aprenden, mejorarán la capacidad para determinar las necesidades de los usuarios y la demanda general de la innovación. Se espera que disminuyan los riesgos y lapsos para el desarrollo de productos y su lanzamiento al mercado, impulsando desarrollos adicionales. Los costos de producción relacionados con la innovación disminuirán significativamente en ciertas industrias clave, con la informática en la nube y los servicios de impresión 3D que proporcionan plataformas para nuevas empresas. Los costos de distribución seguirán cayendo, y el costo de lanzar nuevos productos y servicios disminuirá (OECD, 2015o). Estos acontecimientos también podrían ofrecer oportunidades a las economías emergentes para acelerar su actualización tecnológica, permitiéndoles probablemente dar un salto hacia niveles de productividad más cercanos a los que se observan en los países de la OCDE.

En el sector de los servicios, las tecnologías digitales han ayudado a crear nuevos negocios, más eficientes y un fuerte crecimiento en la productividad, al facilitar también el comercio internacional de servicios. La manufactura en los países de la OCDE se apoya cada vez más en la inclusión de servicios para la creación de valor, y las diferencias entre manufactura y servicios se han hecho cada vez más difusas. Se espera que gran parte del crecimiento de la producción a futuro provenga de los denominados "manuservicios", que involucran la combinación de manufactura avanzada con una gama de servicios diversos. Las crecientes y complejas interacciones entre manufactura y servicios exigirán una visión más integral de ambos dentro de las estrategias empresariales, así como en la discusión de las políticas (OECD, 2015h).

El incremento de las plataformas digitales

Rápidamente está surgiendo una economía de plataforma digital. Hacia 2015, los operadores de plataformas digitales casi dominaron los 15 primeros lugares entre las empresas más grandes basadas en internet, clasificadas por capitalización en el mercado (OECD, 2016j). Las plataformas son diversas en alcances y funciones. Por ejemplo, proporcionan plataformas sobre las que se construyen aplicaciones (p. ej., Android de Google y el iOS de Apple); apoyan búsquedas y redes sociales (p. ej., Google y Facebook); proporcionan servicios (p. ej., Airbnb y Uber); ofrecen mercadeo (p. ej., Amazon y eBay); y son intermediarios de trabajo (p. ej., Mechanical Turk de Amazon y UpWork). Las plataformas reducen las barreras para que los pequeños proveedores ingresen a los mercados. En conjunto, están reorganizando una amplia variedad de mercados, esquemas laborales y, en última instancia, la creación y captura de valor (Kenney y Zysman, 2016). Esto implica afectaciones económicas y sociales potencialmente radicales que generarán ganadores y perdedores.

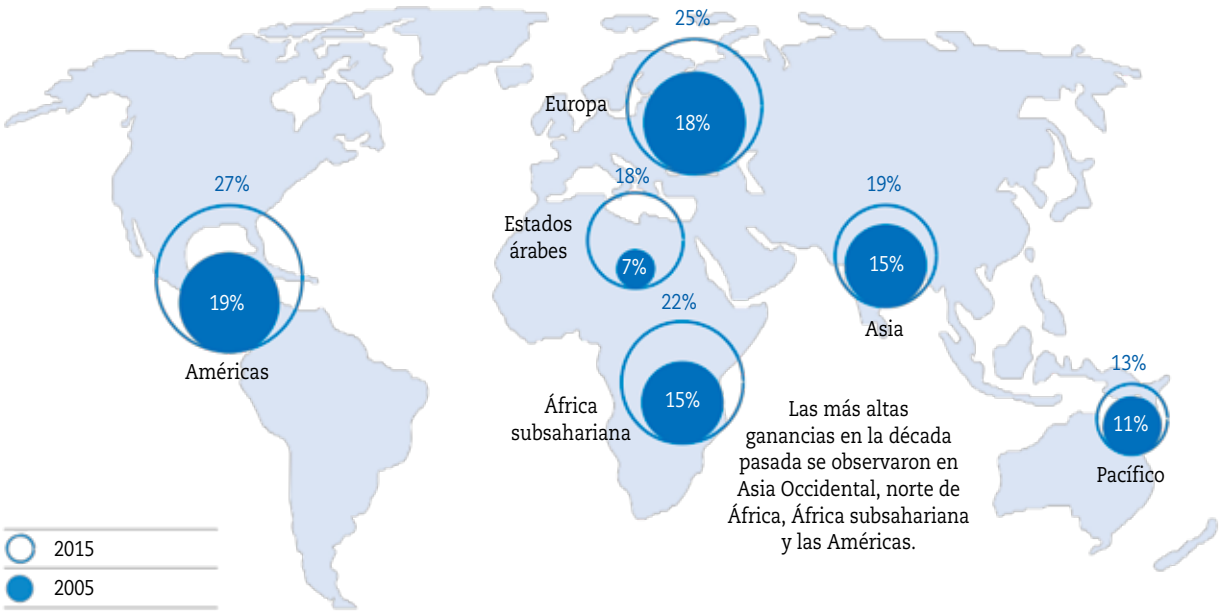
Una vez que las redes de plataformas hayan alcanzado un tamaño crítico, los aspectos externos de la red pueden proteger el posicionamiento de la plataforma y funcionar como barreras contra la entrada de otras empresas o plataformas (OECD, 2016i). Estos efectos de red implican que las innovaciones relacionadas con las plataformas digitales son una nueva versión de monopolios naturales, donde una o dos empresas son dominantes y tienen el poder de apropiarse de una generosa porción del valor total creado por todos los usuarios de la plataforma (OECD, 2016i; Kenney y Zysman, 2016).

Empleos del futuro

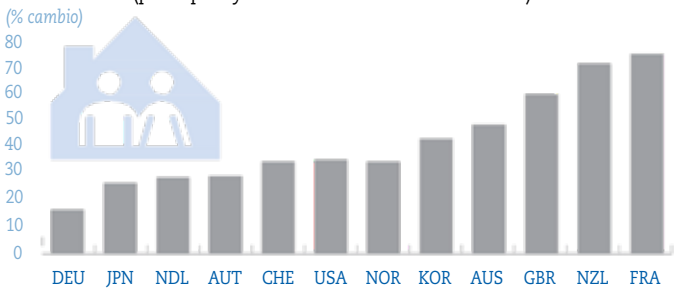
El decreciente costo del poder informático y otros avances en las tecnologías digitales están afectando ya los mercados laborales y provocando que algunos trabajadores sean innecesarios (véase Brynjolfsson y McAfee, 2011). Las computadoras han empezado a desplazar trabajadores en la realización de tareas rutinarias explícitas (codificables) que siguen un procedimiento preciso y bien comprendido, como cierto trabajo de oficina (p. ej., la contabilidad) y algunas operaciones físicas en la línea de producción. Por ahora, las tareas que son difíciles de describir como un conjunto de pasos y están sujetas a circunstancias particulares se mantienen inmunes a la automatización (Autor, 2015). Estas tareas son de naturaleza más abstracta y con frecuencia exigen capacidades de solución de problemas, intuición, creatividad y persuasión. Sin embargo, se espera que los avances en las máquinas que aprenden y la inteligencia artificial expandan las capacidades de automatización de tareas, lo que podrían ocasionar cambios más drásticos que los experimentados en el pasado y, en particular, una mayor afectación al empleo y los salarios. Investigaciones recientes realizadas por la OCDE (Arntz et al., 2016) sugieren que alrededor de uno de cada diez

Sociedad

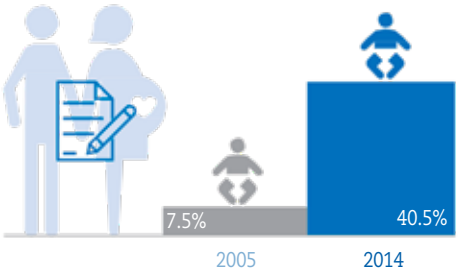
A pesar de algún avance, la brecha entre géneros es aún relevante
Promedio de participación de mujeres en parlamentos en distintas regiones[1]



Los hogares son cada vez más pequeños
Incremento proyectado en el número de hogares unipersonales (principios y mediados de los 2000 a 2025-30)[2]



Más nacimientos fuera del matrimonio
% de todos los nacimientos, promedio OCDE-27[2]



Hábitos de comunicación por generación[3]

	Generación silenciosa	Baby boomers	Generación X	Millennials	Generación Z
	(>1945)	(1945-60)	(1961-80)	(1981-95)	(>1995)
Aspiraciones	Compra de una residencia principal	Seguridad en el empleo	Equilibrio entre trabajo y vida	Libertad y flexibilidad	Seguridad y estabilidad
Producto simbólico		TV			Impresoras 3D, nanocomputación...
Actitud hacia la tecnología	Indiferentes	Vanguardistas, PC en el horizonte	Uso de computadora	Nativos de la era digital	Dependencia de la tecnología digital
Medio de comunicación	Cara-a-cara	Cara-a-cara, teléfono, correo electrónico	SMS, correo electrónico	Redes sociales, mensajería instantánea	Videollamadas en dispositivos

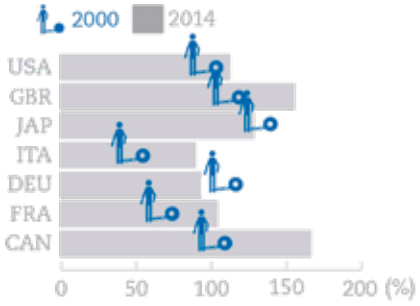
Más urbanizados

% de la población mundial que vive en zonas urbanas[4]

Casi **90%** de la expansión urbana se dará en Asia y África.

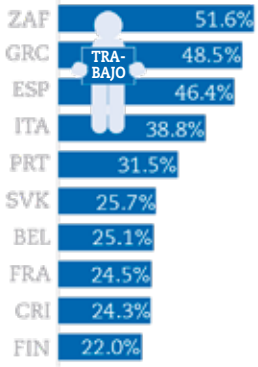
Más endeudamiento

Tasa de deuda sobre ingreso del hogar, G7[5]



Mayor vulnerabilidad

Tasa de desempleo juvenil[7]



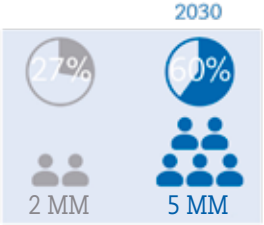
+16% de desempleo juvenil en la OCDE desde 2008.

Más preparados[6]

El número de estudiantes matriculados en educación superior **se duplicará** globalmente hasta 262 millones para el 2025.

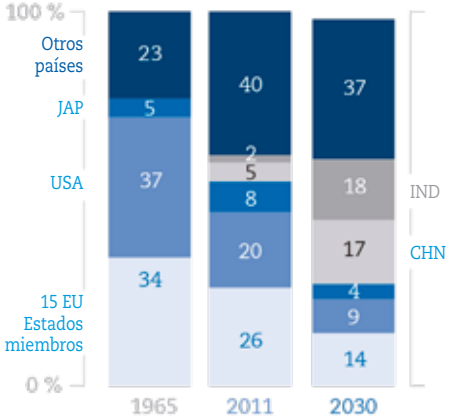
Una creciente clase media[8]

Tamaño de la clase media



Para el 2030, **más del doble**. Asia contará con el **64%** y representará más del **40%** del consumo global de la clase media.

Desglose del consumo de la clase media



Agendas sociales y política de CTI

- Los retos sociales, p. ej., seguridad alimentaria, energía limpia, acción climática, etc., están influyendo cada vez más en las agendas de política de CTI. Esto, a su vez, podría llevar a los gobiernos a utilizar nociones más amplias de los impactos de la investigación en sus valoraciones sobre la investigación.

Ciencia e innovación en la sociedad

- Las tecnologías digitales están transformando las sociedades, alterando las formas en que la gente vive, trabaja y se comunica. Esta conectividad extendida apoyará acuerdos laborales más flexibles, aunque con consecuencias inciertas en el equilibrio entre trabajo y vida.
- Las nuevas tecnologías —como las TIC, biología sintética, manufactura aditiva, nano y microsatélites y almacenamiento avanzado de energía— empoderarán a los individuos y colectivos sociales (p. ej., ONG) para realizar sus propias actividades de investigación e innovación.
- Una ciudadanía con mayor nivel educativo podría interesarse e involucrarse cada vez más en los debates acerca del rumbo de los desarrollos de CTI, particularmente respecto a los beneficios, riesgos y valores involucrados.

Urbanización y consumo

- Una creciente clase media y el consumo en aumento en las economías emergentes incrementará la demanda por bienes de consumo innovadores en todo el mundo.
- Las áreas urbanas se volverán cada vez más "inteligentes" en los países de la OCDE y en algunas economías emergentes, influyendo en la dirección que seguirá la innovación en sectores como la vivienda y el transporte.
- En contraste, el desarrollo urbano en varios países en desarrollo presentará retos de salud, incluyendo el creciente riesgo de pandemias globales. Estos retos podrían tener una influencia significativa en las futuras agendas de investigación.

Fuentes: 1. IPU (2016); 2. OECD (2016l). Los periodos para los cuales se proyectan los cambios (principios y mediados de los 2000 a 2025-30) son como sigue: Australia (2006-26), Austria (2007-30), Francia (2005-30), Alemania (2007-25), Japón (2005-30), Corea (2007-30), Países Bajos (2009-30), Nueva Zelanda (2006-31), Noruega (2002-30), Suiza (2005-30), Reino Unido (2006-31) y Estados Unidos (2000-25); 3. Le club des élus numériques (2014); 4. OECD (2012a); 5. OECD y PBO (2016). Los datos de la OCDE para Japón están disponibles solamente hasta 2013. Los valores mostrados para Japón corresponden al 2000 y 2013; 6. Goddard (2012); 7. OECD (2016h); 8. EEA (2016a). Los países de la UE seleccionados son: Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y el Reino Unido. No existen datos de China para 1965.

puestos de trabajo en la OCDE está en riesgo de ser automatizado. Al mismo tiempo, estas innovaciones albergan la gran promesa de un crecimiento más robusto de la productividad y nuevos trabajos que hasta ahora ni siquiera han sido imaginados (OECD, 2016i).

Dependiendo de qué tan rápido las economías sean capaces de crear nuevos empleos o de remplazar los que se han perdido, y de cómo evolucionen los salarios, puede suceder que siga habiendo pocos puestos de trabajo, tal vez ya de manera permanente. Un mayor reparto del trabajo y una semana laboral reducida pueden ayudar a distribuir el empleo de un modo más parejo, pero será necesario que se garantice un salario suficiente para vivir, tal vez a través de algún tipo de "ingreso básico universal" (Skidelsky, 2013). El trabajo se ha vuelto más fragmentado y "no estándar", con un número creciente de trabajadores haciendo varias cosas diferentes, trabajos de medio tiempo; el surgimiento de la llamada "economía de pequeños encargos" (*gig economy*). El crecimiento de plataformas en línea que enlazan una amplia base de profesionales independientes ubicados físicamente en diferentes partes del mundo con empresas que los invitan a concursar por un encargo sobre una amplia variedad de tareas podría acelerar esta tendencia. Si bien estas plataformas ofrecen flexibilidad a trabajadores y empresas, también generan algunas dudas incómodas acerca de las garantías del lugar de trabajo y cómo se verá un buen puesto de trabajo en el futuro (OECD, 2016k). Más aun, dos de los mayores mercados para estas plataformas son India y Filipinas, donde un menor costo de la vida permite a los trabajadores ofrecer los servicios a menor precio que sus similares en países de la OCDE. Esto podría representar una "carrera hacia el fondo", empujando los salarios reales hacia abajo e incrementando la inequidad en los países de la OCDE (Fox y O'Connor, 2015).

El futuro de las finanzas

Los países de la OCDE han experimentado una tendencia hacia una mayor participación del sector financiero en el PIB durante el pasado medio siglo, lo que ha coincidido con la progresiva influencia del sector en la economía y la sociedad en general (Mukunda, 2014). Las crecientes utilidades del sector son considerablemente mayores en comparación con el resto de la economía, y sus elevados sueldos han atraído una gran proporción de los mejores talentos, posiblemente a costa de sectores con mayor potencial de innovación productiva (Cournède et al., 2015; Cecchetti y Kharroubi, 2015). Mientras estas tendencias pueden mantenerse durante los próximos 10-15 años, si no se hacen más intensas con el creciente desarrollo de los servicios financieros en las economías emergentes, las promesas de la "tecnología financiera" pueden trastornar considerablemente el sector. Por ejemplo, el papel preponderante de la banca será desafiado cada vez en mayor medida por las plataformas de crédito entre particulares digitalmente habilitadas, mientras que también se espera que crezca el microfinanciamiento colectivo de capital (*crowdfunding*) (OECD, 2015p). También se prevé que proliferen los sistemas de pago en línea (como PayPal) y las monedas encriptadas (como Bitcoin). Otras innovaciones que apuntalan la cadena de bloques reducirán los costos de las transacciones y proporcionarán métodos de bajo costo informático para la transferencia segura de valor. Esto podría afectar a aquellas instituciones, como la banca, cuya razón de ser radica en proveer centralmente confianza en las transacciones.

Familias y hogares

En décadas recientes, las familias en la región OCDE han pasado por una transformación significativa. La familia extendida casi ha desaparecido en muchos países, y la familia tradicional que consiste en una pareja casada con hijos se ha vuelto menos generalizada,

ya que las tasas de divorcio, cohabitación, parejas "juntas, pero separadas", madres y padres solteros y uniones entre personas del mismo sexo, se han incrementado. Con una migración creciente, las culturas y los valores se han vuelto más diversos, las mujeres han abordado el mundo del trabajo, más gente joven utiliza más tiempo en su formación y capacitación, y los mayores viven más tiempo y cada vez más solos (OECD, 2011). Se espera que estas tendencias se mantengan durante las próximas décadas, con un incremento significativo de hogares unipersonales en muchos países de la OCDE (alcanzando 30-40% de los hogares para el 2015-30 en muchos países), hogares con un solo padre (30-40% de todos los hogares con hijos para 2025-30 en algunos países), y parejas sin hijos. El incremento en los hogares de parejas sin hijos, la tasa de divorcios, segundos matrimonios y familias adoptivas pueden debilitar los lazos familiares y dañar la capacidad de cuidado de la familia informal, mientras que el creciente número de hogares con un único adulto generará más presión sobre la vivienda (OECD, 2011). Desde la perspectiva de la CTI, estas tendencias en los hogares causarán impactos en el consumo y la demanda de innovación, mientras que la posible brecha en el cuidado de los mayores incrementará la demanda de tecnologías de apoyo a la vida, incluyendo el cuidado a distancia y la robótica.

La brecha entre géneros se está cerrando

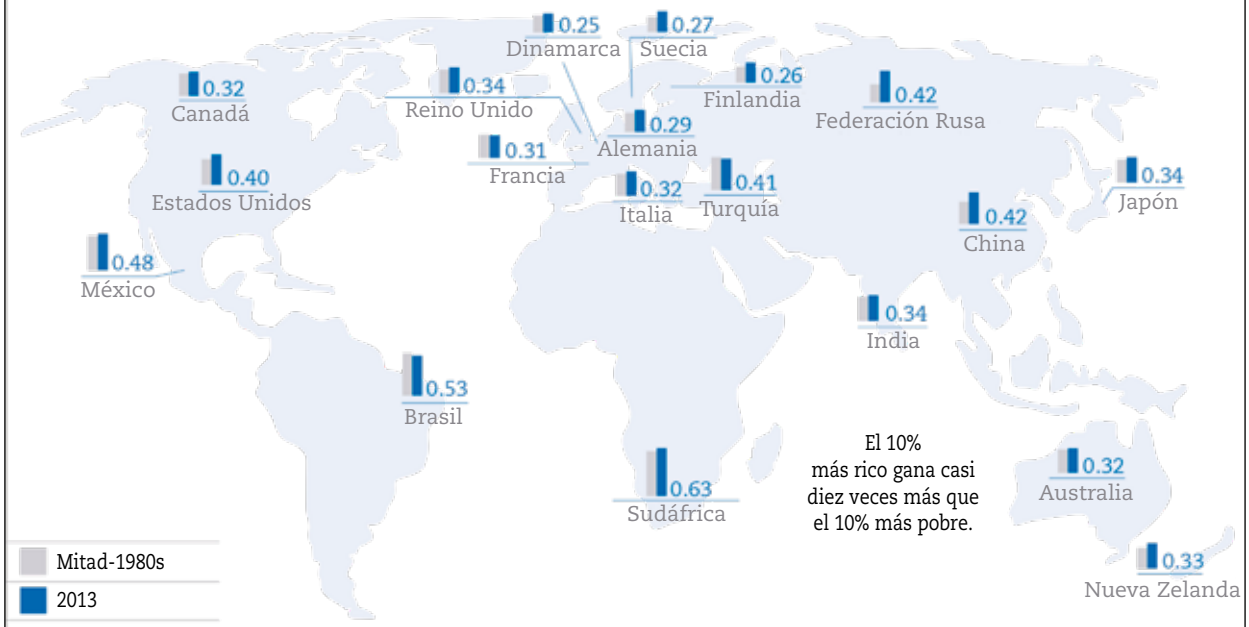
Hay varias señales de que la brecha entre géneros se está cerrando, si se considera la creciente incorporación de la mujer a la política, las altas tasas de matrícula femenina en educación superior y la mayor participación de las mujeres en el mercado laboral. En educación superior, la equidad entre géneros está logrando avances significativos. En la mayoría de los países de la OCDE, las mujeres representan ya por lo menos 50% de la matrícula de educación superior. El surgimiento de cohortes femeninas tan altamente calificadas tiene implicaciones importantes en el crecimiento económico, los mercados laborales, la vida familiar y los patrones de cuidado de niños y personas mayores. En el mundo en desarrollo, la matrícula de niñas en todos los niveles escolares se ha incrementado significativamente en las últimas dos décadas. Hay cierto grado de optimismo respecto a que, para mediados de siglo, la brecha entre géneros en la escuela primaria habrá prácticamente desaparecido, a pesar de que probablemente las niñas sigan estando subeducadas en muchos de los países más pobres del mundo sin remedio (Ministerio de la Defensa del RU, 2014). En el campo de la CTI, aunque ha habido avances en la atención a la brecha entre géneros, la proporción de mujeres científicas tiende a reducirse al incrementarse las jubilaciones (véase el capítulo 3); hay más emprendedores hombres que mujeres, y la proporción de mujeres que decide dirigir un negocio no se ha incrementado sustancialmente en la mayoría de los países (OECD, 2015q); la mayor parte de la investigación científica no considera el sexo o el género como variables y ve lo masculino como norma, lo que da como resultado diferentes efectos en salud y seguridad para mujeres y hombres (EC, 2013). Estas notables brechas subutilizan los talentos de las mujeres y limitan los beneficios de la ciencia actual.

Sociedades más conectadas

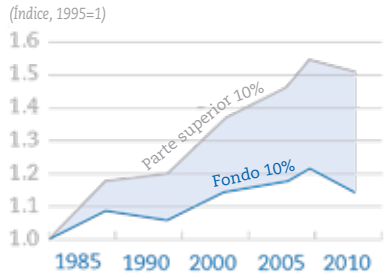
Las tecnologías digitales están transformando a las sociedades, alterando las formas en que la gente vive, trabaja y se comunica. Durante la próxima década, la IdC, por ejemplo, provocará que los hogares, lugares de trabajo y el entorno más amplio (p. ej., infraestructuras avanzadas de las ciudades), estén cada vez más interconectados. Esta conectividad extendida apoyará acuerdos laborales más flexibles, aunque con consecuencias inciertas en el equilibrio entre trabajo y vida. La penetración de internet ha crecido con rapidez en

Salud, desigualdad y bienestar

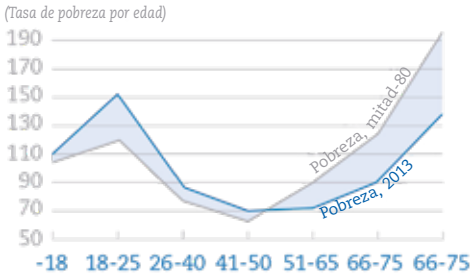
La inequidad en el ingreso se incrementó en la mayoría de los países de la OCDE y BRICS
Coeficientes Gini[1]



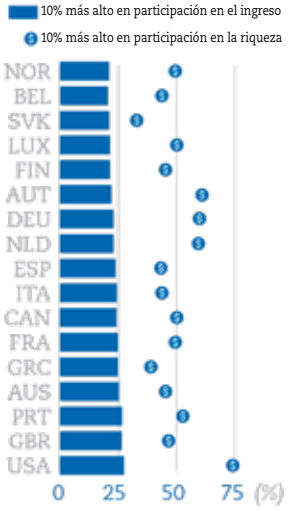
Los ricos son cada vez más ricos, y los pobres más pobres.
Ingresos familiares, promedio de la OCDE[2]



Los jóvenes están cada vez más expuestos al riesgo de pobreza de ingreso.
Tasas relativas de pobreza, promedios de la OCDE[2]

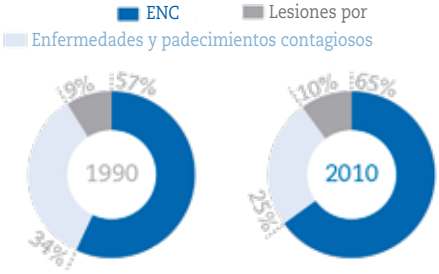


La brecha de riqueza es aún más amplia
2014 o el año más reciente[2]

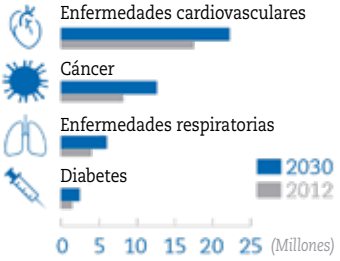


El 10% de los más ricos en la OCDE ganan 25% del ingreso total en efectivo y poseen más de 50% de la riqueza en cuentas bancarias y activos.

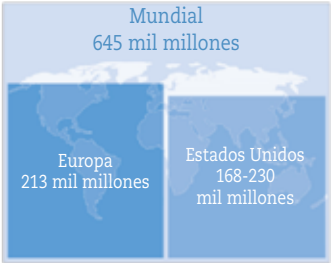
La prevalencia de las enfermedades no contagiosas (ENC) está modificando la carga global de enfermedades
Porcentaje de todos los fallecimientos[3]



Causas principales de fallecimientos por ENC[4]

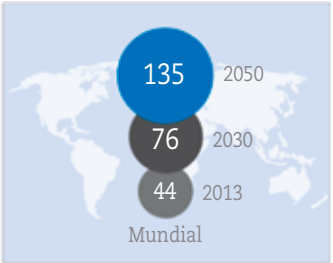


Costo financiero de la demencia
Miles de millones de dólares, 2013[5]



El costo global de la demencia es equivalente al PIB de Suiza.

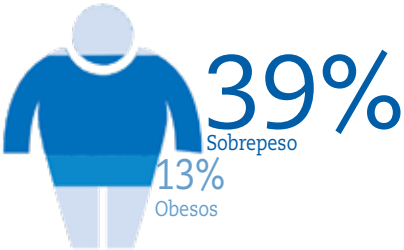
Prevalencia de la demencia
Millones de habitantes[5]



Para el 2030, los casos de demencia se incrementarán en +50% en los países de altos ingresos y en +80% en los países de bajos ingresos.

Creciente obesidad[6]

Obesidad adulta, 2014

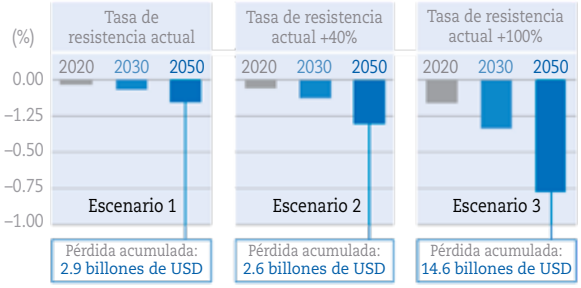


Obesidad infantil, 2014

41 millones de niños por debajo de los 5 años de edad padecían sobrepeso u obesidad en el 2014.

La obesidad en el mundo se ha **más que duplicado** desde 1980.

Impacto económico de la resistencia a los antimicrobianos
Pérdida de PIB en los países de la OCDE por año[7]



Actualmente, **700 000** fallecimientos por año en el mundo se deben a los microrganismos resistentes a los antimicrobianos.

Innovación e inequidad

- La innovación incrementará la inequidad, considerando que los beneficios se acumulan principalmente entre los innovadores y, tal vez, sus clientes. Para que todos los actores en la sociedad se beneficien, se requiere de la difusión de la innovación.
- Aún más, la mayoría de las nuevas tecnologías exige nuevos conjuntos de habilidades para su utilización. Esto posiblemente contribuye al desempleo y a la inequidad, y resalta la necesidad de capacitación en ciertas habilidades.
- Por otro lado, las tecnologías pueden promover directamente la inclusión social y el crecimiento económico, p. ej., las tecnologías digitales han abierto el acceso a la educación, los servicios financieros y otros servicios basados en el conocimiento.
- Nuevos conceptos, como la innovación social, la innovación frugal, la innovación incluyente y el emprendimiento social están conduciendo a nuevos modelos de negocios innovadores y pueden contribuir a un enfoque más incluyente de la innovación.

Innovación en la salud

- En gran medida, la extensión en la expectativa de vida y las mejoras en la calidad de vida durante el último siglo pueden atribuirse a la investigación e innovación biomédicas.
- La investigación farmacéutica está ingresando en una nueva era de ciencia abierta y uso de tecnologías convergentes para descubrir las bases genéticas y bioquímicas de las enfermedades.
- Las tecnologías digitales incrementarán enormemente la cantidad de datos médicos disponibles y mejorarán el poder del análisis de datos al servicio de la toma de decisiones.
- La nueva I+D pública y privada será esencial para enfrentar la amenaza de la creciente resistencia a los antimicrobianos.
- Los grupos de pacientes son cada vez más relevantes en la conformación de las agendas de investigación e innovación. Finalmente, se espera que se hagan cada vez más presentes pequeños y marginales grupos científicos autónomos y comunidades de fabricantes en el campo del cuidado de la salud, habilitados por tecnologías avanzadas de bajo costo, como la biología sintética y la manufactura aditiva.

Fuentes: 1. PovcalNet (2016). Los datos están basados en las encuestas en hogar principal obtenidas de las agencias gubernamentales y los departamentos por países del Banco Mundial. El coeficiente Gini se basa en la comparación de las proporciones acumuladas de la población contra las proporciones acumuladas del ingreso que reciben, y va de 0 en el caso de perfecta equidad a 1 en el caso de perfecta inequidad. La tasa de pobreza es la tasa del número de personas (en un grupo de edad determinado) cuyo ingreso cae por debajo de la línea de la pobreza, representada por la mitad del ingreso medio por hogar del total de la población. Sin embargo, dos países con las mismas tasas de pobreza pueden diferir en términos del nivel de ingreso relativo de los pobres; 2. OECD (2015r); OECD (2016m); 3. EEA (2016b). DALY significa años de vida ajustados por discapacidad, definido por OMS como "la suma de los años potenciales de vida perdidos debido a muerte prematura y los años de vida productiva perdidos por discapacidad"; 4. WTO (2015a); 5. OECD (2015t); 6. WTO (2015b). Los datos son de Europa (2008), Irlanda (2010), Reino Unido (2014), Estados Unidos (2010) y el Mundo (2010). Existen diferencias metodológicas considerables entre los estudios resumidos en este documento, de tal forma que las cifras solamente son ilustrativas. En general, los estimados incluyen costos indirectos, como el costo de oportunidad del cuidado informal, pero las metodologías para estimar estos costos pueden variar. Todos los costos se expresan en dólares americanos, ajustados a 2013 en línea con los precios al consumidor, y por tanto podrán no coincidir con los valores numéricos indicados en los documentos fuente; 7. Cecchini, Langer y Slawomirski (2015).

el mundo en desarrollo, apoyada considerablemente por la banda ancha móvil. Se estima que durante el periodo de siete años entre 2014 y 2020, 1.1 miles de millones de individuos adquirirán un teléfono móvil por primera vez, es decir, 155 millones por año. De acuerdo con Ericsson (2015), las suscripciones de ancho de banda móvil llegarán a 7.7 mil millones en el mundo para el 2020.

La clase media global y el consumo

La creciente riqueza e ingreso en las economías en desarrollo del mundo avanza mano a mano con el surgimiento de una clase media global. De acuerdo con las proyecciones actuales, se espera que la clase media de la economía global crezca a más del doble entre 2009 y 2030, de 1.8 mil millones a casi 5.0 mil millones, representando aproximadamente 60% de la población mundial. Se prevé que aproximadamente dos tercios de estos ciudadanos de clase media se ubiquen en Asia (Gros y Alcidi, 2013). Considerando el amplio rango de gasto que corresponde a la definición de clase media, algunos países tienen clases medias más pudientes que otros. La actual clase media en Europa y Norteamérica constituye poco más de la mitad del total en términos de número de personas, pero representa casi dos terceras partes del gasto total de la clase media en el mundo. Esto está a punto de cambiar. Se espera que la participación asiática en el gasto global de la clase media suba de una cuarta parte en la actualidad a casi 60% en 2030, ocasionando un gran cambio del gasto en necesidades como alimento y vestido a uno por elección en categorías como electrodomésticos y restaurantes (Kharas y Gertz, 2010).

Urbanización

Para el 2050, se prevé que la población urbana sobrepase los 6 mil millones, a partir de menos de mil millones en 1950 (OECD, 2015s). Casi todo el crecimiento de la población urbana sucederá en ciudades de países en desarrollo, 90% en Asia y África. Las ciudades facilitan el suministro de infraestructura moderna de energía y agua a un creciente número de personas. Al construir con base en los avances en sensores y su conectividad a través de informática de alto desempeño, las áreas urbanas en las economías más avanzadas se irán convirtiendo cada vez más en “ciudades inteligentes”. Varias redes y sistemas de servicios públicos y de transporte se irán interconectando progresivamente, apoyando un uso y manejo de recursos más sostenible (EC, 2014).

Al mismo tiempo, una creciente proporción de grupos de bajos ingresos se volverá urbana en las próximas décadas, de tal forma que en algunas regiones el crecimiento urbano será virtualmente sinónimo de creación de barrios marginales. Los barrios marginales urbanos soportan viviendas por debajo de los estándares y servicios inadecuados de agua, sanidad y manejo de residuos urbanos, todo lo cual tiene consecuencias negativas para la salud humana y el ambiente (OECD, 2012a). Estas áreas también son más propensas al conflicto y a la inestabilidad social (Ministerio de Defensa RU, 2014). La contaminación del aire y los residuos no regulados serán preocupaciones mayores para la salud pública en muchas áreas urbanas (OECD, 2012a). El cambio climático provocará aumento en la incidencia de tormentas y en el nivel del mar durante las próximas décadas, lo que tendrá grandes impactos en las ciudades costeras de baja altitud, especialmente en Asia, donde vive una alta proporción de la población urbana. Los eventos climáticos extremos también afectarán los sistemas urbanos complejos (OECD, 2014k), mientras que la proximidad de las megalópolis emergentes a las áreas de grave estrés hídrico y contaminación probablemente generen nuevos problemas de salud y del medio ambiente. Considerando su gravedad, estos retos seguramente tendrán fuertes repercusiones en las futuras agendas de CTI.

Distribución de la riqueza y el ingreso: hacia la convergencia global

Salvo catástrofes globales mayores, y a pesar de la desaceleración de las tasas de crecimiento global, el mundo seguramente será un lugar más rico para mediados de siglo. Se espera que el PIB mundial alcance más del triple para 2060 y que los ingresos per cápita también crezcan con rapidez, y se prevé que la acumulación de riqueza seguirá al mismo ritmo. Sin embargo, si esto significará también tener un mejor mundo, dependerá de cómo se distribuyan los ingresos y la riqueza en el mundo y en los países. En este momento, la distancia entre las economías desarrolladas y las que están en desarrollo respecto a la prosperidad se mantiene amplia, aunque se ha ido estrechando durante varias décadas. Se espera que para el 2060 las disparidades en el PIB per cápita entre los países disminuyan aún más; los niveles de ingreso per cápita de las economías más pobres de la actualidad crecerán en más de cuatro veces (en términos de paridad de poder de compra de 2005), mientras que en las economías más ricas solo se duplicarán; y se espera que China e India experimenten un incremento de más de siete veces en su ingreso per cápita (Johansson et al., 2012). Esta convergencia económica coincidirá en la mayoría de los casos con una intensificación de las capacidades de CTI en economías emergentes y en desarrollo. Estas capacidades pueden adquirirse de diversas maneras, principalmente a través de inversiones en educación e I+D, que generarán un crecimiento en universidades y otros centros de investigación en entornos fuera de la OCDE. Las conexiones con fuentes de conocimiento extranjeras, p. ej., a través del comercio, IED, movilidad humana y colaboración en I+D, probablemente tendrán un papel crítico en la actualización tecnológica de las economías emergentes.

Diferencias locales en ingresos y riqueza

Las inequidades dentro de los países plantean grandes riesgos políticos, sociales y económicos para los próximos años. En una amplia mayoría de países avanzados, la brecha entre ricos y pobres ha alcanzado los más altos niveles en tres décadas. Actualmente, el 10% más rico de la población en la región OCDE gana casi 10 veces más que el 10% más pobre, a partir de siete veces más en la década de 1980, aunque esta tasa varía ampliamente entre los países de la OCDE. En los países nórdicos y muchos de los países de la Europa continental, la diferencia es significativamente más baja que el promedio, pero en Italia, Japón, Corea, Portugal y el Reino Unido es cercana al 10 a 1, entre 13 y 16 a 1 en Grecia, Israel, Turquía y Estados Unidos, y tan alta como de 27 y 30 a 1 en México y Chile (OECD, 2015r). La población en edad laboral, incluidas familias con hijos, ha soportado el embate de la creciente inequidad, acorde con el creciente desempleo en los últimos años del periodo. La mayor brecha en la distribución del ingreso ha venido acompañada de un giro en el perfil de edades con carencia de ingresos, donde los jóvenes están remplazando a los mayores como el grupo con mayor riesgo de pobreza relativa, tendencia que empezó a surgir a mediados de la década de 1980 (OECD, 2015r).

La distribución de la riqueza es considerablemente más inequitativa que la del ingreso, y tanto la riqueza de las familias como su concentración se ha incrementado marcadamente durante las últimas cuatro décadas. En los países de la OCDE de los que se dispone de información, 5 y 1% de los hogares más ricos poseen 37 y 18% de la riqueza total de los hogares, respectivamente, mientras que el 60% inferior en la distribución posee solamente 13% (OECD, 2016i).

La inequidad debilita las oportunidades de educación para los menos favorecidos, lo cual reduce a su vez la movilidad social, conduciendo a una desaceleración de la

acumulación de capital humano. Análisis recientes (p. ej., Piketty y Zucman, 2013, Braconier et al., 2014) sugieren que la creciente inequidad en el ingreso y la riqueza seguramente seguirá por muchos años. De hecho, con base en las tendencias actuales, la inequidad en los ingresos de un país promedio de la OCDE podría crecer en más de 30% para mediados de siglo, llevando a los países de la OCDE en su conjunto al mismo nivel de inequidad que en Estados Unidos (Braconier et al., 2014). Las economías emergentes y en desarrollo, más de dos terceras partes de los países y que representan más de 86% de la población del mundo en desarrollo, experimentarán una creciente inequidad. Para muchos, las perspectivas de ayuda a largo plazo son particularmente pesimistas: para el 2030, alrededor de dos terceras partes de los pobres del mundo podrían estar viviendo en Estados "frágiles" (ESPAS, 2015).

En la medida en que el cambio tecnológico y la innovación alteren la manera en que se despliega el capital y el trabajo en una economía, tendrá implicaciones en la distribución del ingreso. La innovación incrementará la inequidad, considerando que los beneficios se acumulan principalmente para los innovadores y, tal vez, también para sus clientes. Para que todos los actores de la sociedad se vean beneficiados, se requiere de la difusión de la innovación. Más aún, respecto al empleo, la mayoría de las nuevas tecnologías ha requerido mayores habilidades para su uso que aquellas a las que ha desplazado. Este llamado "cambio tecnológico sesgado hacia mano de obra calificada" ha sido un motor de inequidad durante las últimas décadas (Paunov, 2013). Por otra parte, las tecnologías pueden promover directamente la inclusión social y el crecimiento económico. Por ejemplo, las tecnologías digitales han abierto el acceso a la educación a través de cursos abiertos masivos en línea (MOOC, Massive Open Online Course) y recursos educativos abiertos (OER, Open Educational Resources), que conectan a las poblaciones remotas, así como a aquellas con menores ingresos, con servicios de conocimiento e información gratuitos o de muy bajo costo a través del acceso móvil de bajo costo; y promueven el acceso a servicios financieros para los "no bancarizados", a través de sistemas de pago digital y banca móvil (OECD, 2016j). Más aún, nuevos conceptos, como innovación social, innovación frugal, innovación incluyente y emprendimiento social, están conduciendo a nuevos modelos de negocios innovadores y pueden contribuir a un enfoque más incluyente de la innovación (Paunov, 2013). Estos conceptos combinan los enfoques tradicionales basados en el mercado con soluciones que abordan necesidades de largo plazo de las sociedades y el medio ambiente, así como los principales retos sobre políticas, como desempleo, pobreza y cambio climático.

Crecientes niveles de educación

El acceso a la educación y la adquisición de conocimiento y habilidades será una de las claves más importantes para mejorar las oportunidades de vida, no solo en las economías avanzadas, sino también, y especialmente, en el mundo en desarrollo. El nivel promedio de avance educativo crecerá con mayor rapidez en los países en desarrollo que en las economías avanzadas, reduciendo la brecha entre ambos. Se prevé que el número de estudiantes alrededor del mundo matriculados en educación superior crecerá a más del doble, hasta 262 millones, para el 2025. Casi todo este crecimiento se ocurrirá en el mundo en desarrollo, con más de la mitad tan solo en China e India. Como resultado, es posible que, para mediados del siglo, la mayoría de los jóvenes en el mundo cuente con una educación universitaria o de nivel superior. Es probable que en casi todos los países de la OCDE se incremente la proporción de la población que cuente con estudios superiores en 2025, en algunos casos en forma muy significativa (OECD, 2008).

Enfermedades infecciosas

Pueden persistir profundas líneas divisorias por algún tiempo, no solo respecto a tecnología, educación, ingreso y riqueza, sino también, y especialmente, en relación con la salud. Los sistemas de cuidado de la salud del futuro enfrentarán un creciente espectro de retos, nada menos que un panorama global de enfermedad rápidamente cambiante. Se ha avanzado en la batalla contra algunas enfermedades infecciosas, como la tuberculosis (TB), VIH/SIDA y malaria. La mortalidad por VIH/SIDA ha caído drásticamente en los últimos años, y las muertes por TB (95% de las cuales suceden en países con ingreso bajo y medio) están a la baja, aunque muy lentamente (WHO, 2014a). Casi la mitad de la población mundial está en riesgo de contraer malaria (con 90% de fallecimientos localizado en África). Sin embargo, entre 2000 y 2013, una expansión en las medidas contra la malaria ayudó a reducir su incidencia en 30% globalmente, y en 34% en África. Durante el mismo periodo, las tasas de mortalidad por malaria disminuyeron en un estimado de 47%. Estas y otras medidas han ocasionado que las tasas de expectativa de vida se incrementen y converjan en todo el mundo. Sin embargo, hay tendencias activas en la sociedad que sugieren que los futuros avances en el combate a las enfermedades infecciosas pueden ser más difíciles de lograr. La urbanización sigue ganando ritmo en el mundo en desarrollo; el cambio climático está influyendo en los patrones geográficos de las infecciones en humanos y animales (p. ej., la malaria); el turismo internacional está creciendo, y es poco probable que los niveles globales de migración se reduzcan.

Pero la tendencia más preocupante en la lucha contra las enfermedades infecciosas tal vez sea la creciente resistencia antimicrobiana. Estos fármacos han sido ampliamente mal utilizados, tanto en humanos como en animales productores de alimentos, de manera que favorecen la selección y diseminación de bacterias resistentes. La mayor parte de los antimicrobianos se administran a los animales. En Estados Unidos, por ejemplo, su uso en el sector ganadero representa alrededor de 80% del consumo anual total. Se estima que entre 2010 y 2030, el consumo global de antimicrobianos en el sector ganadero crecerá en alrededor de 67% (Cecchini et al., 2015). Con este uso intensivo, los fármacos antibacterianos se han vuelto menos efectivos y hasta inútiles. Más aún, la ausencia de descubrimientos de fármacos antimicrobianos está contribuyendo al incremento global de la resistencia. El resultado es una acelerada emergencia global de salud que está rebasando con rapidez las opciones disponibles de tratamiento (WHO, 2014c).

Enfermedades no contagiosas y neurológicas

En tanto se prevé que el número anual de fallecimientos derivado de enfermedades infecciosas disminuya, se estima que el número total anual de fallecimientos por enfermedades no contagiosas (ENC) se incremente de 38 millones en 2012 a 52 millones para 2030. La epidemia de ENC se ha visto impulsada por fuerzas poderosas, como el envejecimiento demográfico, la rápida urbanización no planeada y la globalización de estilos de vida poco saludables. Mientras que muchos padecimientos crónicos se desarrollan con lentitud, los cambios en los estilos de vida y los comportamientos están sucediendo de manera rápida y generalizada. Las principales causas de fallecimiento por ENC en 2012 fueron por enfermedad cardiovascular, cáncer, enfermedades respiratorias y diabetes. Estas cuatro ENC fueron las responsables de 82% de los fallecimientos por ENC. Se proyecta que la mortalidad anual por enfermedades cardiovasculares se incremente de 17.5 millones en 2012 a 22.2 millones en 2030, y los fallecimientos por cáncer de 8.2 millones a 12.6 millones (WHO, 2014b). La prevalencia de la diabetes se ha incrementado

globalmente en décadas recientes, y Organización Mundial de la Salud (OMS) proyecta que será la séptima causa de fallecimiento en 2030. Las ENC ya afectan de manera desproporcionada a los países de ingreso bajo y medio, y las proyecciones actuales indican que para 2020 los mayores incrementos en la mortalidad por ENC se presentarán en África y otros países de ingreso bajo y medio (WHO, 2011).

Se prevé que los casos de enfermedad neurológica se multipliquen, impulsados en particular por la creciente longevidad y el rápido envejecimiento de las sociedades en las próximas décadas. Alzheimer's Disease International (ADI), por ejemplo, estima que 46.8 millones de personas en el mundo vivieron con demencia en 2015, y que el número se duplicará casi cada 20 años, alcanzando 76 millones en 2030 y 135 millones en 2050. El 58% de las personas que padecen demencia viven en países clasificados por el Banco Mundial como países de ingreso bajo y medio. Se estima que esta proporción se incrementará a 63% en 2030 y a 68% en 2050 (ADI, 2015).

Avances en la investigación y tecnologías médicas

Gran parte de la extensión de la expectativa de vida y las mejoras en la calidad de vida durante el último siglo son atribuibles a la investigación e innovación biomédicas, que se han enfocado exitosamente en enfermedades mortales y padecimientos debilitantes. Aun así, los retos globales de salud para las siguientes décadas son inmensos, pero su misma magnitud en el mundo en desarrollo y en las economías avanzadas ofrece amplias oportunidades para procedimientos médicos establecidos y novedosos, tratamientos especializados, nuevos medicamentos y soluciones tecnológicas, así como para el desarrollo e implementación de sistemas innovadores para la salud preventiva y la coordinación y administración de los cuidados de salud. La investigación farmacéutica está ingresando en una nueva era de ciencia abierta y uso de tecnologías convergentes para descubrir las bases genéticas y bioquímicas de las enfermedades. Los avances tecnológicos en la secuenciación del ADN, las tecnologías "ómicas", la biología sintética y la edición genética han proporcionado nuevas herramientas a los investigadores para descifrar y tratar las ENC crónicas (OECD, 2015i). Las tecnologías digitales, incluido el IdC (p. ej., sensores médicos, el movimiento del "yo cuantificado", etc.), el análisis de datos masivos y la inteligencia artificial, incrementarán enormemente la cantidad de datos médicos disponibles y mejorará el poder del análisis de datos al servicio de la toma de decisiones. Probablemente también la robótica y las neurotecnologías sean ampliamente utilizadas en el campo de la medicina. Cada una de estas tecnologías digitales se discute en el capítulo 2, donde se destacan sus aplicaciones al cuidado de la salud. Finalmente, se espera que cada vez más se hagan presentes pequeños y marginales grupos científicos autónomos y comunidades de fabricantes en el campo del cuidado de la salud, habilitados mediante tecnologías avanzadas de bajo costo, como la biología sintética y la manufactura aditiva, que les permitirá hacer investigación y desarrollar sus propias terapéuticas y dispositivos médicos.

Comentarios finales

Este capítulo ha descrito las principales megatendencias globales que se perfilan para tener una fuerte repercusión en las sociedades y las economías durante los próximos 10-15 años. Considerando los impactos de la CTI, surgen algunos temas comunes. Primero, las megatendencias darán forma a las futuras agendas de I+D y a los alcances y escalas de la demanda de innovación a futuro. Por ejemplo, se prevé que las sociedades que envejecen,

la mitigación del cambio climático y los esfuerzos de adaptación, varios retos en salud, y la creciente digitalización, entre otros factores, influirán en las actividades de investigación e innovación realizadas por las empresas y el sistema científico del sector público.

En segundo lugar, la dinámica e impactos de muchos de estos factores son internacionales y hasta globales en cuanto a sus alcances, por lo que exigen un marco más internacional para las actividades y políticas de CTI. Por supuesto, las actividades de CTI ya están ampliamente internacionalizadas, p. ej., a través de las actividades de las empresas trasnacionales y la cooperación científica entre universidades e institutos públicos de investigación. El desarrollo económico en las economías emergentes también ha facilitado la ampliación de la distribución de la CTI en el mundo y esto continuará durante las próximas décadas. En contraste, las políticas de CTI permanecen en marcos nacionales de manera abrumadora. Aunque con frecuencia hay buenas razones para esto, la escala y alcances de los "grandes retos" del futuro exigen una mayor cooperación internacional en las políticas de CTI, p. ej., a través de la programación conjunta, instalaciones compartidas, etc., que se enfoque en una apropiada transferencia de tecnología y colaboración en la investigación.

Tercero, las megatendencias sugieren que las actividades de CTI podrían verse afectadas por limitaciones de recursos en las próximas décadas. Muchas megatendencias generan asuntos urgentes que exigen respuestas de política pública, y pueden competir por la atención y los recursos con la CTI. Más aun, una población global creciente, pero que está envejeciendo, junto con los patrones de movilidad y migración que van evolucionando, seguramente impactarán los mercados laborales de CTI a futuro.

La dirección de la influencia no es en un solo sentido, y los desarrollos en CTI darán forma a la dinámica de las megatendencias y ofrecerán soluciones a los retos que provocan. Por ejemplo, desde el punto de vista de su conformación, los avances en tecnologías de comunicaciones y transporte han permitido la globalización; el incremento del ingreso será impulsado cada vez más por la evolución de la CTI; y una mejor atención a la salud y el incremento de la expectativa de vida dependerán de la innovación en tecnologías de la salud. Estos están entre los impactos más benéficos de la CTI, pero también hay posibles impactos negativos. Por ejemplo, los desarrollos de la CTI pueden agudizar las inequidades si no se pone suficiente atención a una difusión más amplia y a la adquisición de habilidades; y los desarrollos en inteligencia artificial y en robótica generan preocupación acerca de las oportunidades laborales futuras. Estos y otros efectos de la CTI se discuten más a fondo en el capítulo 2, teniendo en mente que el cambio tecnológico es una megatendencia principal por sí misma.

Referencias

Adalet McGowan, M., D. Andrews, C. Criscuolo y G. Nicoletti (2015), *The Future of Productivity*, OECD Publishing, París, www.oecd.org/eco/growth/OECD-2015-The-future-of-productivity-book.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

ADI (Alzheimer's Disease International) (2015), *World Alzheimer Report 2015: The Global Impact of Dementia – An Analysis of Prevalence, Incidence, Cost and Trends*, ADI, Londres.

Andrews, D., C. Criscuolo y P. Gal (2015), "Frontier Firms, Technology Diffusion and Public Policy: Micro Evidence from OECD Countries", *OECD Productivity Working Paper* No. 2, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5jrql2q2jj7b-en

Arntz, M., 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*, No. 189, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en

Autor, D.H. (2015), "Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29/3, pp. 3-30.

Boswinkel, J.A. (2000), Information Note, International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC), Netherlands Institute of Applied Geoscience, Países Bajos.

Braconier, H., G. Nicoletti y B. Westmore (2014), "Policy challenges for the next 50 years", *OECD Economic Policy Papers*, No. 9, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5jz18gs5fckf-en

British Council (2013), *The Future of the World's Mobile Students to 2024*, Education Intelligence.

Brynjolfsson, E. 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.

Burt, D. et al. (2014), *Cyberspace 2025: Today's decisions, tomorrow's terrain – Navigating the future of cybersecurity policy*, Microsoft Corporation, http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/netconference_march2015_submissions/C/reference_from_microsoft_cyberspace2025.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Cecchetti, S.G. y E. Kharroubi (2015), "Why does financial sector growth crowd out real economic growth?", *BIS (Bank for International Settlements) Working Papers*, No. 490, BIS, Basel.

Cecchini, M., J. Langer y L. Slawomirski (2015), *Antimicrobial Resistance in G7 Countries and Beyond: Economic Issues, Policies and Options for Action*, OECD report prepared for the G7 Health Ministers Meeting, Berlin, Germany, 8th October 2015, París, OECD Publishing, disponible en www.oecd.org/els/health-systems/Antimicrobial-Resistance-in-G7-Countries-and-Beyond.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Cournède, B., O. Denk y P. Hoeller (2015), "Finance and inclusive growth", *OECD Economic Policy Papers*, No. 14, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5js06pbhf28s-en

Cowen, T. (2011), *The Great Stagnation: How America Ate all the Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better*, Dutton Adult, Nueva York.

De la Maisonneuve, C. y J. Oliveira Martins (2015), "The future of health and long-term care spending", *OECD Journal: Economic Studies*, Vol. 2014/1, http://dx.doi.org/10.1787/eco_studies-2014-5jz0v44s66nw

eBay (n.d.), *Micro-Multinationals, Global consumers, and the WTO: Towards a 21st Century Trade Regime*, www.ebaymainstreet.com/sites/default/files/Micro-Multinationals_Global-Consumers_WTO_Report_1.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

EC (European Commission) (2014), *European Commission Foresight fiches: "Global Trends to 2030"*, working document, https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/european-commission-foresight-fiches-globaltrends-2030 (consultado: 29 de agosto de 2016).

EC (2013), *Gendered Innovations – How Gender Analysis Contributes to Research*, Publications Office of the European Union, Luxemburgo, http://dx.doi.org/10.2777/11868

Ericsson (2015), *Ericsson Mobility Report: On the Pulse of the Networked Society*, Ericsson, Stockholm https://www.ericsson.com/res/docs/2015/ericsson-mobility-report-june-2015.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

ESPAS (European Strategy and Policy Analysis System) (2015), *Global Trends to 2030: Can the EU Meet the Challenges Ahead?*, ESPAS, Bruselas, http://europa.eu/espas/pdf/espas-report-2015.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

EEA (European Environment Agency) (2016a), *Brookings Institution's Development, Aid and Governance Indicators (DAGI)*.

EEA (2016b), *IHME Global health data exchange* (database), www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/global-health-data-exchange-ghdx-database

EEA (2015), *The European Environment: State and Outlook 2015 – Assessment of Global Megatrends*, EEA, Copenhague.

ExxonMobil (2016), *The Outlook for Energy: A View to 2040*, Exxon Mobil Corporation, Irving, Texas, http://cdn.exxonmobil.com/~/media/global/files/outlook-for-energy/2016/2016-outlook-for-energy.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) and WWC (World Water Council) (2015), *Towards a Water and Food Secure Future: Critical Perspectives for Policy-makers*, FAO/WWC, Rome/Marseille, www.fao.org/nr/water/docs/FAO_WWC_white_paper_web.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Forbes (2016), "The World's Biggest Companies", Forbes Global 2000 Ranking 2016.

Fox, K. y J. O'Connor (2015), "Five ways work will change in the future", *The Guardian*, 29 November, www.theguardian.com/society/2015/nov/29/five-ways-work-will-change-future-of-workplace-ai-cloudretirement-remote
(consultado: 29 de agosto de 2016).

Gartner (2013), Press Release – *Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020*, 12 December, www.gartner.com/newsroom/id/2636073 (consultado: 29 de agosto de 2016).

Goddard, B. (2012), "Future perspectives: Horizon 2025", in *Making a Difference: Australian International Education*, David, D. y B. Mackintosh (eds.), University of New South Wales, Sydney.

Gordon, R.J. (2012), "Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds", *NBER Working Paper*, No. 18315, Cambridge, MA, www.nber.org/papers/w18315.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Gros, D. y C. Alcidi (eds.) (2013), *The Global Economy in 2030: Trends and Strategies for Europe,* ESPAS, Bruselas.

Hegre, H. y H.M. Nygard (2014), "Peace on Earth? The future of internal armed conflict", *Conflict Trends*, 01-2014, Peace Research Institute, Oslo,
http://file.prio.no/Publication_files/Prio/Hegre%20&%20Nyg%C3%A5rd%20-%20Peace%20on%20Earth.%20The%20Future%20of%20Internal%20Armed%20Conflict,%20Conflict%20Trends%20Policy%20Brief%201-2014.pdf
(consultado: 29 de agosto de 2016).

Ignaciuk, A. y D. Mason-D'Croz (2014), "Modelling adaptation to climate change in agriculture", *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 70, OECD Publishing, París,
http://dx.doi.org/10.1787/5jxrclljnbxq-en

IEA (International Energy Agency) (2015a), *World Energy Outlook 2015*, OECD/IEA, París,
http://dx.doi.org/10.1787/weo-2015-en

IEA (2015b), "Energy and Air Pollution", *World Energy Outlook 2015*,
www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

IEA (2015c), *Energy Technology Perspectives 2015*, OECD/IEA, París,
http://dx.doi.org/10.1787/energy_tech-2015-en

IEA (2014a), *World Energy Outlook 2014*, OECD/IEA, París, http://dx.doi.org/10.1787/weo-2014-en

IEA (2014b), *Energy Technology Perspectives 2014*, OECD/IEA, París,
http://dx.doi.org/10.1787/energy_tech-2014-en

IEA (2011), *Biofuels for Transport*, IEA Technology Roadmaps, OECD/IEA, París,
http://dx.doi.org/10.1787/9789264118461-en

IFR (International Federation of Robotics) (2015), "Industrial Robot Statistics",
www.ifr.org/industrial-robots/statistics/

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel onClimate Change*, IPCC, Ginebra.

IPU (Inter-Parliamentary Union) (2016), "Women in national parliaments",
www.ipu.org/wmn-e/world-arc.htm

Johansson, Å. y E. Olaberría (2014a), "Global Trade and Specialisation Patterns over the Next 50 Years", *OECD Economic Policy Papers*, No. 10, OECD Publishing, París,
http://dx.doi.org/10.1787/5jz18gpwfxq4-en

Johansson, Å. y E. Olaberria (2014b), "Long-term patterns of trade and specialisation", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1136, OECD Publishing, París,
http://dx.doi.org/10.1787/5jz158tbddbr-en

Johansson, Å. et al. (2012), "Looking to 2060: Long-term global growth prospects: A Going for Growth report", *OECD Economic Policy Papers*, No. 3, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k8zxpjsggf0-en

Kenney, M. y J. Zysman (2016), "The Rise of the Platform Economy", *Issues in Science and Technology*, Vol. 32, No. 3, Spring 2016, http://issues.org/32-3/the-rise-of-the-platform-economy

Kharas, H. y G. Gertz (2010), "The new global middle class: A cross-over from west to east", draft version of chapter in *China's Emerging Middle Class: Beyond Transformation*, C. Li, (ed.), Brookings Institution Press, Washington, D.C.

Le club des élus numériques, July 2014.

McKinsey Global Institute Company Scope database of companies with revenues Ŧ USD 1 billion a year.

McKinsey Centre for Business and Environment and The Ellen MacArthur Foundation (2015), *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*.

MGI (McKinsey Global Institute) (2016), *Digital globalization: The new era of global flows*, www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/digital-globalization-the-new-era-of-global-flows

Mukunda, G. (2014), "The price of Wall Street's power", *Harvard Business Review*, Vol. 92/6, https://hbr.org/2014/06/the-price-of-wall-streets-power

NASA (National Aeronautics and Space Administration) (consultado: 29 de septiembre de 2016), Orbital Debris Program, www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov

NIC (National Intelligence Council) (2012), *Global Trends 2030: Alternative Worlds*, NIC, Washington, D.C.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016a), *Making Integration Work: Refugees and others in need of protection*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264251236-en

OECD (2016b), "A New Production Revolution: Interim Report", OECD Directorate for Science, Technology and Innovation, internal document, March.

OECD (2016c), *OECD Environment Database Threatened species*, data retrieved from https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=WILD_LIFE, 27 de julio de 2016.

OECD (2016d), *Illicit Trade: Converging Criminal Networks*, OECD Reviews of Risk Management Policies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264251847-en

OECD (2016e), *OECD Regions at a Glance 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/reg_glance-2016-en

OECD (2016f), *OECD Compendium of Productivity Indicators 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pdtvy-2016-en

OECD (2016g), *OECD Tourism Trends and Policies 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/tour-2016-en

OECD (2016h), *OECD Employment Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/empl_outlook-2016-en

OECD (2016i), *The Productivity-Inclusiveness Nexus*, Meeting of the OECD Council at Ministerial Level, París, 1-2 June, www.oecd.org/mcm/documents/The-productivity-inclusiveness-nexus.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

OECD (2016j), *OECD Business and Finance Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264257573-en

OECD (2016k), "New Forms of Work in the Digital Economy", *OECD Digital Economy Papers*, No. 260, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5jlwnklt820x-en

OECD (2016l), Family database, OECD Publishing, París, www.oecd.org/els/family/database.htm

OECD (2016m), *OECD Income Distribution Database* (IDD), OECD Publishing, París, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm

OECD (2015a), *Connecting with Emigrants: A Global Profile of Diasporas 2015*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239845-en. *Database on Immigrants in OECD Countries* (DIOC) 2000/01 and 2010/11.

OECD (2015b), *Drying Wells, Rising Stakes: Towards Sustainable Agricultural Groundwater Use*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264238701-en

OECD (2015c), *Green Growth in Fisheries and Aquaculture*, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232143-en

OECD (2015d), "Municipal waste", *OECD Environment Statistics* (database), http://dx.doi.org/10.1787/data00601-en

OECD (2015e), *Environment at a Glance 2015: OECD Indicators*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264235199-en

OECD (2015f), *Towards Green Growth? Tracking Progress*, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234437-en

OECD (2015g), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en

OECD (2015h), "The next production revolution", report prepared for the conference "Shaping the Strategy for Tomorrow's Production", Copenhagen, 27 February.

OECD (2015i), *The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being*, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en

OECD (2015j), *Digital Security Risk Management for Economic and Social Prosperity: OECD Recommendation and Companion Document*, OECD Publishing, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/9789264245471-en

OECD (2015k), "OECD Global Strategy Group discusses megatrends and role of the Organization in a changing world", Global Strategy Group meeting, 2-3 December, www.oecd.org/newsroom/globalstrategy-group-discusses-megatrends-and-role-of-the-oecd-in-a-changing-world.htm

OECD (2015l), *Government at a Glance 2015*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/gov_glance2015-10-en

OECD (2015m), *States of Fragility 2015: Meeting Post-2015 Ambitions*, OECD Publishing, París. http://dx.doi.org/10.1787/9789264227699-en

OECD (2015n), "Taxing Multinational Enterprises: Base Erosion and Profit Shifting", OECD Policy Brief, October 2015, www.oecd.org/ctp/policy-brief-beps-2015.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

OECD (2015o), *Innovation Policies for Inclusive Growth*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264229488-en

OECD (2015p), "Hearing on disruptive innovation in the financial sector", *Issues paper for Competition Committee meeting*, 16-18 June.

OECD (2015q), *OECD Report to G7 Leaders on Women and Entrepreneurship: A summary of recent data and policy developments in G7 countries*, Paris, OECD Publishing, www.oecd.org/gender/OECD-Report%20-toG7-Leaders-on-Women-and-Entrepreneurship.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

OECD (2015r), *In It Together: Why Less Inequality Benefits All*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264235120-en

OECD (2015s), *The Metropolitan Century: Understanding Urbanisation and Its Consequences*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264228733-en

OECD (2015t), "Addressing Dementia: The OECD Response", *OECD Health Policy Studies*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264231726-en

OECD (2014a), "The Silver Economy as a Pathway for Growth: Insights from the OECD-GCOA Expert Consultation", report of a meeting held at University of Oxford, 26 June, www.oecd.org/sti/the-silvereconomy-as-a-pathway-to-growth.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

OECD (2014b), *Green Growth Indicators 2014*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264202030-en

OECD (2014c), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en

OECD (2014d), "OECD Economic Outlook No. 95", *OECD Economic Outlook: Statistics and Projections* (database), OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/data-00688-en

OECD (2014e), "Population projections", *OECD Historical population data and projections statistics* (database), OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/data-00538-en

OECD (2014f), "The economic feedbacks of loss of biodiversity and ecosystems services", OECD Environment Directorate, internal document.

OECD (2014g), *OECD Pensions Outlook 2014*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pens_outlook-2014-graph15-en

OECD (2014h), *Lobbyists, Governments and Public Trust, Volume 3: Implementing the OECD Principles for Transparency and Integrity in Lobbying*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264214224-en

OECD (2014i), "Long-term baseline projections, No. 95 (Edition 2014)", *OECD Economic Outlook: Statistics and Projections* (database), OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/data-00690-en

OECD (2014j), *Shifting Gear: Policy Challenges for the next 50 Years*, *OECD Economics Department Policy Notes*, No. 24, OECD Publishing, París, www.oecd.org/eco/growth/Shifting%20gear.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

OECD (2014k), *Cities and Climate Change – Policy Perspectives: National Governments Enabling Local Action*, OECD Publishing, París, www.oecd.org/env/cc/Cities-and-climate-change-2014-Policy-Perspectives-Final-web.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

OECD (2013a), *Global Food Security: Challenges for the Food and Agricultural System*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264195363-en

OECD (2013b), *Agricultural Innovation Systems: A Framework for Analysing the Role of the Government*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264200593-en

OECD (2013c), *Regions at a Glance 2013*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/reg_glance-2013-en

OECD (2012a), *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en

OECD (2012b), *Education Today 2013: The OECD Perspective*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/edu_today-2013-en

OECD (2012c), "Technology to manage natural disaster and catastrophes", in *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2012-en

OECD (2011), *The Future of Families to 2030*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264168367-en

OECD (2008), *Higher Education to 2030, Volume 1, Demography*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264040663-en

OECD y EC (2014), *Matching economic migration with labour market needs in Europe*, Policy Brief, September 2014, OECD Publishing, París, www.oecd.org/els/mig/OECD-EC%20Migration%20Policy%20Brief%2009-2014.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

OECD y EUIPO (European Union Intellectual Property Office) (2016), *Trade in Counterfeit and Pirated Goods: Mapping the Economic Impact*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264252653-en

OECD y FAO (Food and Agriculture Organization) (2016), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-25*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en

OECD y G20 (2016), *Base Erosion and Profit Shifting Project*, www.oecd.org/tax/beps.htm

OECD y IEA (2015), *Energy Technology Perspectives 2015: Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/energy_tech-2015-en

OECD y WTO (2016), *Trade in Value Added (TIVA)* (database), http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=TIVA2015_C2

Office of the Parliamentary Budget Officer (2016), Household Indebtedness and Financial Vulnerability, Ottawa, 19 January, www.pbo-pb.gc.ca/web/default/files/Documents/Reports/2016/Household%20Debt/Household_Debt_EN.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Paunov, C. (2013), "Innovation and Inclusive Development: A Discussion of the Main Policy Issues", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2013/01, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k4dd1rvsnjj-en

Pettersson, T. y P. Wallensteen (2015), "Armed conflicts, 1946-2014", *Journal of Peace Research* Vol. 52/4.

Piketty, T. and G. Zucman (2013), Capital is Back: Wealth-Income Ratios in Rich Countries 1700-2010, presentation at OECD Research Seminar in the "New Approaches to Economic Challenges" series, 21 October, OECD, París.

PovcalNet (2016), http://iresearch.worldbank.org/PovcalNet/home.aspx

Sharifian, F. (2013), *Globalisation and developing metacultural competence in learning English as an International Language,* Springer open, http://dx.doi.org/10.1186/2191-5059-3-7

Skidelsky, R. (2013), "Rise of the robots: What will the future of work look like?", *The Guardian*, 19 February, The Guardian, London, www.theguardian.com/business/2013/feb/19/rise-of-robots-futureof-work (consultado: 29 de agosto de 2016).

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2014), *Global Flow of Tertiary-Level Students* (database), www.uis.unesco.org/Education/Pages/international-student-flow-viz.aspx

UK Ministry of Defence (2014), *Global Strategic Trends – Out to 2045*, Strategic Trends Programme, Fifth Edition, Ministry of Defence, Swindon, www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/348164/20140821_DCDC_GST_5_Web_Secured.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

UN (United Nations) (2015a), *World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tabl es*, UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Nueva York, https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

UN (2015b), press release (in French), www.un.org/press/fr/2015/sgsm16842.doc.htm (consultado: 29 de agosto de 2016).

UN (2011), *World Population Prospects: The 2010 Revision*, UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Nueva York, http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/WPP2010/WPP2010_Volume-I_Comprehensive-Tables.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

UNCCD (UN Convention to Combat Desertification) (2014), *Desertification: The Invisible Frontline*, UNCCD, Bonn, www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertification_The%20invisible_frontline.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

UNDESA (UN Department of Economic and Social Affairs) (2015a), Population Division, *World Population Prospects: The 2015 Revision*, New York, https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

UNDESA (2015b), Population Division, *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, New York, https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

UN ECOSOC (UN Economic and Social Council) (2016), www.csonet.org

UNEP (UN Environment Programme) (2015), *The Emissions Gap Report 2015: A UNEP Synthesis Report*, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, http://uneplive.unep.org/media/docs/theme/13/EGR_2015_301115_lores.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

UNEP (2014), *The Emissions Gap Report 2014*, UNEP, Nairobi, http://uneplive.org/theme/index/13#indcs (consultado: 29 de agosto de 2016).

UNEP (2008), *Vital Water Graphics – An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters* 2nd Ed, UNEP, Nairobi, Kenya, www.unep.org/dewa/vitalwater/index.html (accessed 29 August 2016).

UNODC (UN Office of Drug and Crime) (2011), *Estimating illicit financial flows resulting from drug trafficking and other transnational organized crimes*, United Nations Office of Drug and Crime, Vienna, www.unodc.org/documents/data-and-analysis/Studies/Illicit_financial_flows_2011_web.pdfw (consultado: 29 de agosto de 2016).

US (United States) National Intelligence Council (2012), *Global Trends 2030: Alternative Worlds*, NIC, Washington, D.C., https://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030november2012.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Warwick, K. (2013), "Beyond Industrial Policy: Emerging Issues and New Trends", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 2, OECD Publishing, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/5k4869clw0xp-en

Waste Management World (2015), "The future of the circular economy", *Waste Management World*, 24 June, http://waste-management-world.com/a/the-future-of-the-circular-economy (consultado: 29 de agosto de 2016).

WEF (World Economic Forum) (2014), *Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-Up across Global Value Chains,* World Economic Forum, Geneva, http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

WEF (2011), *The Future of Long-Term Investing*, New York, http://www3.weforum.org/docs/WEF_FutureLongTermInvesting_Report_2011.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Westmore, B. (2014), "International Migration: The relationship with economic and policy factors in the home and destination country", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1140, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5jz123h8nd7l-en (consultado: 29 de agosto de 2016).

WHO (World Health Organisation) (2016), "Malaria Fact sheet", No. 94, updated April 2016, www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/en/ (consultado: 29 de agosto de 2016).

WHO (2014a), *Global Tuberculosis Report 2014*, WHO, Geneva, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/137094/1/9789241564809_eng.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

WHO (2014b), *Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014*, WHO, Geneva, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854_eng.pdf?ua=1 (consultado: 29 de agosto de 2016).

WHO (2014c), *Antimicrobial Resistance: Global Report on Surveillance*, WHO, Geneva, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112642/1/9789241564748_eng.pdf?ua=1 (consultado: 29 de agosto de 2016).

WHO (2011), *Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2010*, WHO, Geneva, www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

World Bank Group (2015), *Global Economic Prospects, January 2015: Having Fiscal Space and Using It*, World Bank, Washington, D.C., http://dx.doi.org/10.1596/978-1-4648-0444-1

WTO (World Trade Organization) (2015a), *Global Health Observatory (GHO) data*, www.who.int/gho

WTO (2015b), "Obesity and overweight fact sheet", www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en (consultado: 29 de agosto de 2016).

WTO (2013), *2013 World Trade Report* RTA database, www.wto.org/english/res_e/booksp_e/world_trade_report13_e.pdf (consultado: 29 de agosto de 2016).

Zucman, G. (2015), "The Hidden Wealth of Nations: The Scourge of Tax Havens", University of Chicago Press, Chicago, IL.

Capítulo 2

Tendencias tecnológicas a futuro

El cambio tecnológico tendrá profundos efectos durante los próximos 10-15 años, alterando ampliamente economías y sociedades. A medida que el mundo enfrenta diversos retos, incluido el envejecimiento, el cambio climático y el agotamiento de recursos naturales, la tecnología será llamada a contribuir con nuevas o mejores soluciones a los problemas que surgen. Estas demandas socioecológicas darán forma a la dinámica del cambio tecnológico en el futuro, al igual que los nuevos desarrollos en ciencia y tecnología.

Este capítulo aborda, de las diez tecnologías clave o emergentes más prometedoras, potencialmente más disruptivas y que conllevan riesgos significativos (neurotecnologías, nano/microsatélites, nanomateriales, manufactura aditiva, tecnologías avanzadas de almacenamiento de energía y biología sintética), cuatro en particular: el internet de las cosas, análisis de datos masivos, inteligencia artificial y cadena de bloques. La elección de las tecnologías se basa en los descubrimientos de algunos de los más importantes ejercicios de predicción realizados en años recientes. El capítulo describe cada una de estas tecnologías, destaca algunos de sus posibles impactos socioeconómicos y explora los temas de políticas relacionados. Una sección final subraya algunos temas comunes relacionados con estas tecnologías.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Future technology trends", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-5-en.

Introducción

El cambio tecnológico es una megatendencia significativa por derecho propio, que reconfigura constantemente economías y sociedades, en ocasiones de manera radical. Los alcances de la tecnología —en términos de su forma, bases de conocimiento y áreas de aplicación— son extremadamente amplios y variados, y los modos en que interactúa con economías y sociedades son complejos y coevolutivos. Estas condiciones crean una notable incertidumbre acerca de los destinos e impactos futuros del cambio tecnológico, pero también ofrecen oportunidades a empresas, industrias, gobiernos y ciudadanos para configurar el desarrollo y adopción de tecnología. Varios tipos de definiciones tecnológicas, incluidos los análisis de tendencias, evaluaciones, pronósticos y ejercicios de predicción aportan contribuciones útiles al respecto.

Los pronósticos tecnológicos se practican con frecuencia en el mundo de los negocios, la política pública y la administración de I+D desde la década de 1950. Su objetivo es predecir con la mayor precisión posible las trayectorias tecnológicas y sus impactos. Se utiliza una gran variedad de métodos. Muchos de ellos son cuantitativos y explotan, por ejemplo, patentes y datos bibliométricos para apoyar la identificación de tecnologías emergentes en etapas relativamente tempranas. Otros se apoyan en opiniones de los expertos, especialmente cuando hay una considerable incertidumbre acerca de los desarrollos futuros. Todos los enfoques tienen fortalezas y debilidades bien documentadas, por lo que es común combinar métodos.

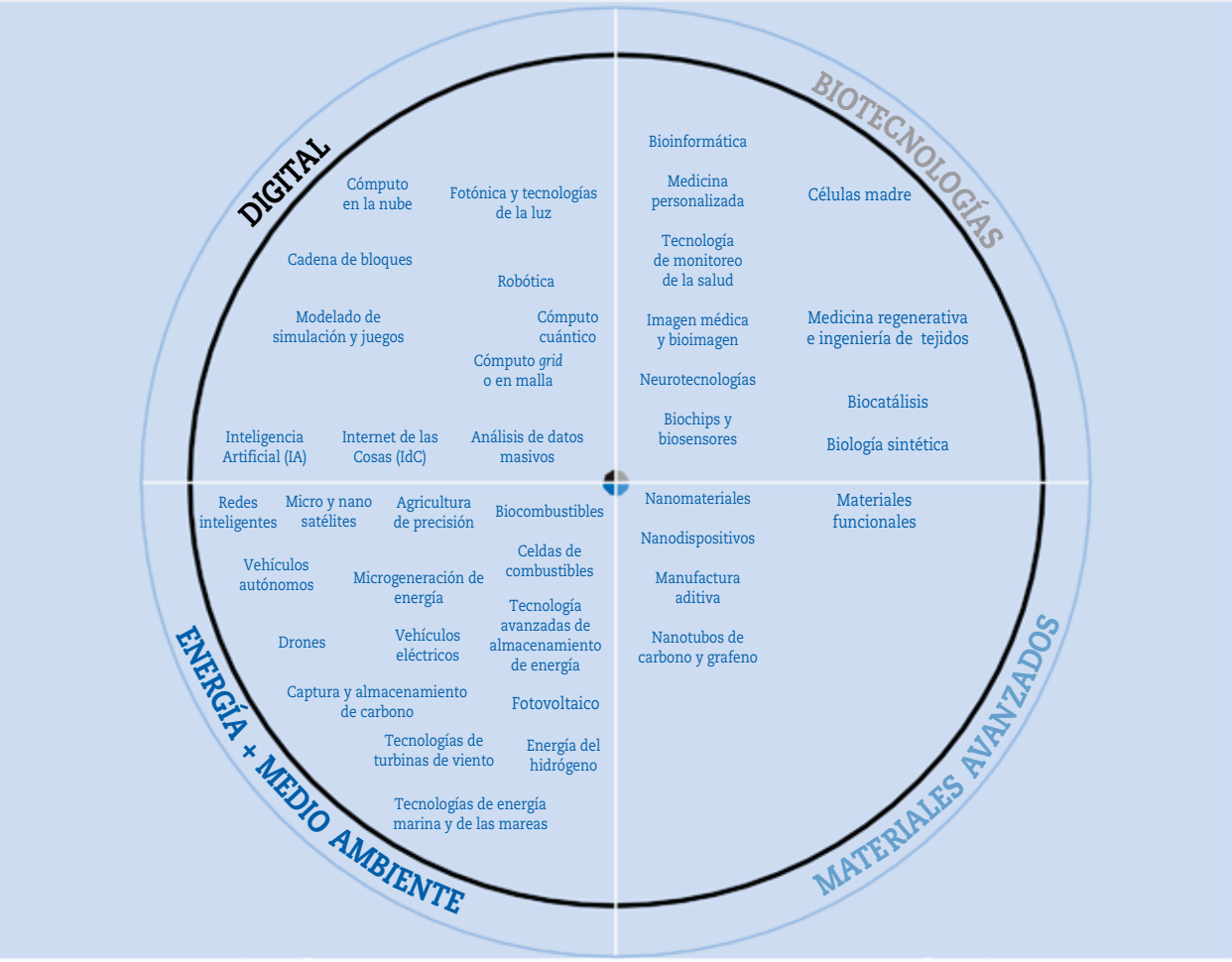
Durante las pasadas dos décadas, la predicción tecnológica ha surgido como un enfoque complementario al pronóstico. Tiende a tomar una posición más activa respecto al futuro al evitar las previsiones pronosticadas en favor de una variedad de futuros, muchas veces en forma de escenarios y aceptando la incertidumbre. Con énfasis en la creación conjunta del futuro —en contraste con el intento de predecirlo—, los ejercicios de prospectiva tecnológica invitan a una amplia participación, que por lo general involucra a cientos o hasta miles de personas de diversos sectores de actividad para deliberar sobre el futuro. No obstante, muchos ejercicios dominados por expertos y alguna forma de pronóstico tecnológico figuran normalmente entre los métodos utilizados. Dichos ejercicios a menudo identifican listas de tecnologías clave o emergentes para mayor atención tanto en inversión como en políticas.

Muchos gobiernos nacionales llevan a cabo ejercicios de prospectiva periódicamente buscando identificar tecnologías emergentes, por lo general con un horizonte de tiempo de 10-20 años. Este capítulo examina los resultados de ejercicios de predicción recientemente realizados por o para gobiernos nacionales en un puñado de países de la OCDE —Canadá, Finlandia, Alemania y Reino Unido— y en la Federación Rusa, donde había resultados disponibles a la fecha de redacción del presente informe.

El grado de similitud de los resultados entre los ejercicios es tal vez sorprendente, aunque debe tenerse en mente que en parte es debido al enfoque de mapeo utilizado: para ser breves, solo se muestran las clasificaciones del nivel superior, debajo de las cuales hay información más detallada y específica para cada nación que refleja las fortalezas y necesidades tecnológicas de cada país. Al mismo tiempo, muchas de estas tecnologías son habilitadoras y "de uso general", por lo que no es de sorprender que estén ampliamente identificadas como prioridades en muchos países.

Algunas de las tecnologías más comúnmente identificadas se muestran en la figura 2.1, donde se mapearon en cuatro cuadrantes que representan áreas tecnológicas amplias:

Figura 2.1. **40 tecnologías clave y emergentes para el futuro**



biotecnologías, materiales avanzados, tecnologías digitales, y energía y medio ambiente. En la medida en que la gráfica lo permite, se han mapeado las tecnologías más cerca o más lejos de las "fronteras" con otras tecnologías para reflejar su proximidad o distancia relativa. El resto del capítulo cubre cuatro de estas tecnologías, delineando brevemente sus principales características, dinámica de desarrollo y promesas (esencialmente, sus aplicaciones económicas, sociales o ambientales, actuales o posibles), y los principales problemas que puede enfrentar su futuro desarrollo y aplicación, incluidos temas técnicos, éticos y regulatorios. Las tecnologías son: internet de las cosas, análisis de datos masivos, inteligencia artificial y cadena de bloques.[1]

Esta selección no implica ningún tipo de prioridad entre las tecnologías elegidas. Más bien, tiene la intención de proporcionar una muestra de áreas tecnológicas clave o emergentes en un amplio perfil de campos y demostrar la potencial alteración del cambio tecnológico durante los próximos 10-15 años. La sección final del capítulo subraya diversas características comunes que muestran estas tecnologías y algunas de las implicaciones que representan sobre las políticas.

El internet de las cosas

El internet de las cosas (IdC) promete una sociedad hiperconectada, digitalmente receptiva, que tendrá un profundo impacto en todos los sectores de la economía y de la sociedad. Si bien tiene un gran potencial para apoyar el desarrollo humano, social y ambiental, es necesario dotarlo de varias salvaguardas para garantizar la protección y seguridad de los datos.

El internet de todo

El IdC incluye dispositivos y objetos cuyos estados pueden alterarse a través de internet, con o sin la participación activa de los individuos (OECD, 2015a). El término va más allá de los dispositivos tradicionalmente conectados a internet, como laptops y teléfonos inteligentes, al incluir todo tipo de objetos y sensores que están presentes en el espacio público, el lugar de trabajo y los hogares, y que recopilan información y la intercambian entre ellos y con los seres humanos. El IdC es realmente un internet de todo, ya que, además de conectar cosas, habilita conexiones digitales entre otros elementos del mundo físico, como seres humanos, animales, aire y agua. Los sensores en red y los actuadores en el IdC sirven para monitorear la salud, la ubicación y las actividades de personas y animales, y el estado que guardan los procesos de producción y el ambiente natural, entre otras aplicaciones (OECD, 2016a). El IdC está íntimamente relacionado con el análisis de datos masivos y el cómputo en la nube. Mientras que el IdC recopila datos y realiza acciones con base en reglas específicas, el cómputo en la nube ofrece la capacidad de almacenar la información, y el análisis de datos masivos fortalece el procesamiento de datos y la toma de decisiones. En conjunto, estas tecnologías pueden potenciar sistemas inteligentes y máquinas autónomas.

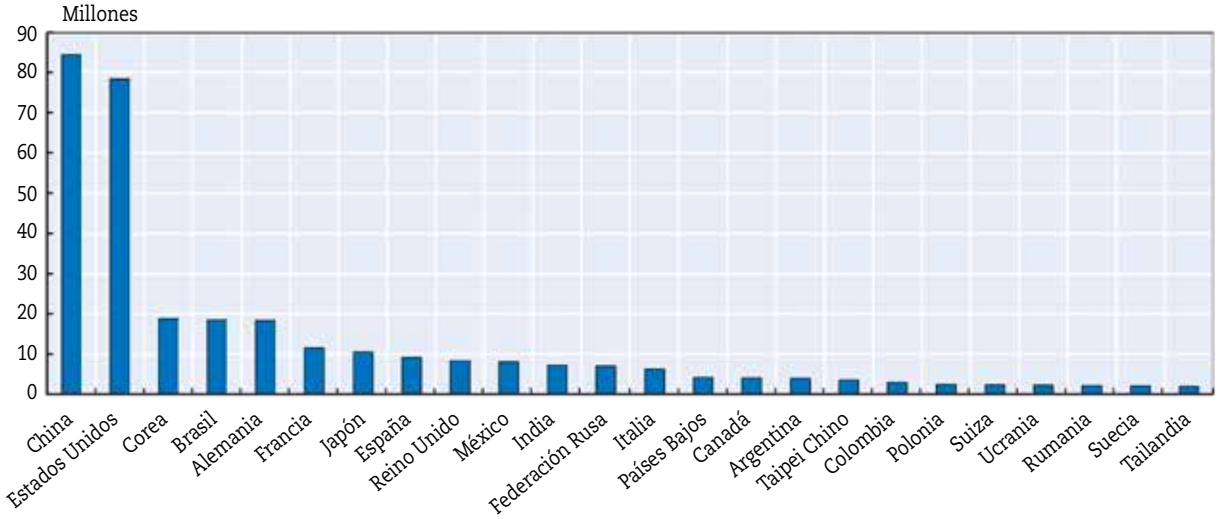
El IdC se difunde con rapidez

El número de dispositivos conectados en los hogares y alrededor de estos en los países de la OCDE probablemente se incrementará de mil millones a 14 mil millones para el 2022 (OECD, 2015a). La figura 2.2 muestra un desglose nacional de 363 millones de dispositivos conectados, seguidos y sondeados por Shodan, un motor de búsqueda de dispositivos conectados a internet. Se estima que para 2030, ocho mil millones de personas y tal vez 25 mil millones de dispositivos "inteligentes" activos estarán interconectados y entretejidos en una gran red de información (OECD, 2015b). Otras estimaciones indican una cantidad de 50 mil millones a 100 mil millones de dispositivos conectados dentro y fuera de los hogares para 2020 (Evans, 2011; MGI, 2013; Perera et al., 2015). El resultado será el surgimiento de un "superorganismo" gigantesco y poderoso dentro del cual internet representará el "sistema nervioso digital global" (OECD, 2015b).

El IdC transformará sociedades

El IdC está destinado a habilitar una sociedad hiperconectada y ultradigitalmente receptiva. Su impacto económico se estima entre 2.7 y 6.2 billones de dólares anuales para el 2025 (MGI, 2013). Si bien el IdC tiene profundas implicaciones en todos los aspectos y sectores de la economía, los impactos mayores se esperan en el cuidado de la salud, la manufactura, las industrias de redes y los gobiernos locales.

Figura 2.2. **Dispositivos en línea, los primeros 24 países, 2015**



Fuente: OCDE (2015a), OECD Digital Economy Outlook 2015, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en, citando a Shodan, www.shodanhq.com.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433251

Salud y cuidado de la salud: el IdC ofrece la oportunidad de proporcionar un mejor cuidado de la salud y de mejorar la salud de la gente mediante la conexión de sensores internos y externos al cuerpo, tanto para dispositivos de monitoreo personal como para sistemas profesionales de cuidado de la salud. En particular, estos dispositivos permitirán el monitoreo remoto de los pacientes en casa o en el trabajo (OECD, 2015a). Puede estar surgiendo un internet de las cosas bionano, que monitoree y administre riesgos de salud internos y externos (Akyildiz et al., 2015). En particular se espera que el tratamiento de pacientes crónicos se vuelva más eficiente (MGI, 2013).

Manufactura inteligente: el IdC también afectará la manufactura mediante la mejora de las operaciones en fábrica y la administración de la cadena de suministro (OECD, 2015a). Los procesos de negocios, como la logística de producto, la administración de inventarios y el mantenimiento de máquinas, cambiarán radicalmente. El desperdicio y las pérdidas podrían reducirse significativamente usando sensores e interruptores de circuitos. El IdC ofrece datos y herramientas para crear una completa inteligencia de la cadena de suministro. Junto con los avances en robótica, esto puede conducir a procesos de producción totalmente automatizados, desde la personalización de especificaciones para el usuario hasta la entrega final (OECD, 2015c).

Sistemas de energía: las redes inteligentes habilitadas por el IdC con medidores inteligentes de energía permiten una comunicación bidireccional entre los consumidores de energía y la red energética (OECD, 2015a). Las redes inteligentes ayudarán a disminuir costos de operación y a reducir caídas de energía y desperdicio de electricidad al proporcionar información en tiempo real acerca del estado que guarda la red (OECD, 2015a). Más aún, el IdC permitirá que los consumidores cuenten con información en tiempo real acerca del uso de energía y los motivará a administrar su consumo con base en programas inteligen-

tes de tarifas (ya en práctica en algunas áreas de Estados Unidos) que incentiven un menor uso de energía durante los picos de demanda.

Sistemas de transporte: el IdC presenta una grandiosa promesa de mejoras en la administración del transporte y la seguridad en el camino. Podrán interconectarse sensores colocados en los vehículos y elementos de la infraestructura vial, generando información acerca de los flujos de tránsito y del estado técnico de los vehículos y de la propia infraestructura carretera. Los proveedores de servicios de navegación ya utilizan los teléfonos inteligentes para monitorear el uso de las vialidades y proporcionar a los usuarios actualizaciones en línea acerca del tránsito. Los semáforos y sistemas de cobro de peaje pueden adaptarse mejor al uso de caminos, se pueden activar automáticamente los servicios de emergencia y mejorar la protección contra el robo de automóviles (OECD, 2015a).

Ciudades e infraestructuras urbanas inteligentes: además de las redes de energía inteligentes y la optimización del tránsito, el IdC ofrece la promesa de otra ganancia de eficiencia en el funcionamiento de las ciudades. Sensores integrados a los contenedores de residuos y a la infraestructura de administración del agua habilitarán la agilización de la recolección de basura y podrían mejorar la administración del agua (MGI, 2013). Más aún, los ciudadanos pueden utilizar, desde sus teléfonos móviles, servicios basados en la ubicación para participar socialmente (p. ej., para reportar daños en las vialidades o en otro tipo de infraestructura), así como proporcionar a los planeadores urbanos nuevas percepciones acerca del uso de la vía pública (OECD, 2015a).

Gobierno inteligente: como en el caso de los procesos de manufactura, el monitoreo en tiempo real y los sistemas inteligentes habilitados por el IdC pueden beneficiar al sector público. El gobierno inteligente combina tecnologías de información, de comunicaciones y operativas para planear y administrar acciones en los diferentes niveles de gobierno, incrementando la eficiencia y proporcionando mejores servicios públicos (OECD, 2016a). Los responsables de elaborar políticas pueden aprovechar la gran cantidad de datos que genera el IdC para diseñar instrumentos ágiles y adaptables con monitoreo y evaluación en tiempo real.

El posterior desarrollo del IdC enfrenta el reto de altos costos relacionados con las TIC y requerimientos emergentes de talento

Qué tan rápido y con cuánta efectividad evolucionará el IdC durante los próximos 15 años dependerá en gran medida de la capacidad de servicio de la banda ancha, fija y móvil, y del decreciente costo de los dispositivos (OECD, 2015a). Adicionalmente, para optimizar el potencial del IdC, empresas y gobierno deberán acumular capacidad para procesar las grandes cantidades y amplia variedad de datos que se producen. El alto volumen de datos generados por el IdC es de poco valor si no se le puede extraer información y analizarla. Con este propósito, el análisis de datos proporciona un conjunto de herramientas y técnicas que pueden usarse para extraer información de los datos (OECD, 2015b). Esto incluye la minería de datos (identificación de patrones en bases de datos), perfilado (construcción de perfiles y clasificación de entidades con base en sus atributos), inteligencia de negocios (informe periódico de medidas clave de operación para la administración de procesos), máquinas que aprenden (algoritmos que se mejoran a sí mismos para desempeñar ciertas tareas) y análisis visual (herramientas y técnicas de visualización de datos). Las habilidades de análisis de datos son un activo clave para el futuro y no solo para el crecimiento: la

inequidad social también puede empeorar si se sigue ampliando la brecha entre los que pueden y los que no pueden mantenerse al día en los acontecimientos de la IdC (Policy Horizons Canada, 2013).

Persisten las incertidumbres tecnológicas

Acontecimientos entrelazados en las áreas de datos masivos, la nube, comunicación máquina con máquina y sensores apuntalan el ascenso del IdC. Su impacto depende particularmente de nuevos y emergentes desarrollos tecnológicos en análisis de datos masivos y en inteligencia artificial. Al mismo tiempo, los sensores, computadoras, actuadores y otras clases de dispositivos, necesitarán comunicarse entre sí de manera efectiva para que florezca el IdC. Aun cuando el contexto favorable del IdC ha impulsado ciertos estándares de competencia en soluciones inalámbricas y de conectividad, así como plataformas de *software* y aplicaciones, surgen problemas de interoperabilidad (OECD, 2016a). Se espera que, con el tiempo, los procesos impulsados por el mercado provoquen la convergencia de estándares hacia un menor número de soluciones efectivas.

La confianza se ubica en el centro de todas las preocupaciones

La seguridad y la privacidad se consideran los riesgos más importantes relacionados con el IdC. Los *hackers* son capaces de invadir remotamente objetos conectados, como la red de energía eléctrica o los automóviles no tripulados, o manipular datos generados en el IdC. La confiabilidad de la red es un problema prioritario, ya que vidas humanas pueden depender de transmisiones de datos exitosas, muchas veces en tiempo real. El problema clave del consentimiento, y tal vez la propia noción de privacidad, enfrentan retos derivados del casi continuo flujo de datos confidenciales que miles de millones de sensores omnipresentes estarán produciendo (OECD, 2015a). Más aún, los artefactos en el IdC pueden volverse extensiones del cuerpo y la mente humana. La autonomía y el albedrío humanos pueden ser desplazados o delegados al IdC, con riesgos potenciales para la privacidad y seguridad del usuario (IERC, 2015).

Los conflictos con la reglamentación actual y la incertidumbre regulatoria pueden actuar como cuellos de botella para el lanzamiento de servicios del IdC en diferentes países (OECD, 2015a). La dimensión internacional del IdC añade mayor complejidad, ya que objetos y artefactos pueden controlarse remotamente desde el extranjero, mientras que el litigio cae dentro de los marcos legales nacionales.

Análisis de datos masivos (*big data*)

Se requiere de herramientas y técnicas analíticas para cosechar la promesa de los datos masivos. Las implicaciones socioeconómicas son enormes, y un gran reto para las políticas será equilibrar la necesidad de apertura con las amenazas que una “datificación” extrema de la vida social puede significar para la privacidad, seguridad, equidad e integridad.

Comprender y obtener valor de los datos masivos

El análisis de datos masivos se define como un conjunto de técnicas y herramientas que se utiliza para procesar e interpretar grandes volúmenes de datos generados mediante la creciente digitalización del contenido, el mayor monitoreo de las actividades humanas

y la difusión del IdC (OECD, 2015b). Puede utilizarse para inferir relaciones, establecer dependencias y realizar predicciones de resultados y comportamientos (Helbing, 2015; Kuusi y Vasamo, 2014). Diversos tipos de análisis de datos permiten extraer información a partir de datos mediante su contextualización y examinando la manera en que están organizados y estructurados (OECD, 2015b). La minería de datos incluye tecnologías de administración de datos, técnicas de preproceso (limpieza de datos) y métodos analíticos con el propósito de descubrir patrones de información en los conjuntos de datos. Las técnicas de perfilado buscan identificar patrones en los atributos de una entidad en particular (p. ej., clientes o pedidos) y clasificarlos. Las herramientas de inteligencia de negocios buscan monitorear las métricas operativas clave y generar regularmente informes estándar con el fin de proveer información para la toma de decisiones administrativas. Las máquinas que aprenden incluyen el diseño, desarrollo y utilización de algoritmos que realizan una tarea específica mientras aprenden cómo mejorar su desempeño. El análisis visual consta de herramientas y técnicas que permiten la observación, interpretación y comunicación efectiva de datos a través de gráficas y figuras, muchas veces interactivas.

El análisis de datos masivos ofrece la oportunidad de potenciar la productividad, promover un crecimiento más incluyente y contribuir al bienestar de los ciudadanos (OECD, 2015b). Las empresas, gobiernos e individuos son cada vez más capaces de acceder a volúmenes de datos sin precedentes que les ayudan a tomar decisiones con información en tiempo real, combinando una amplia gama de información de diversas fuentes. El IdC y la continua aceleración del volumen y velocidad de datos accesibles y explotables apresurarán aún más el desarrollo del análisis de datos masivos.

Los datos masivos brindarán grandes oportunidades a negocios y consumidores

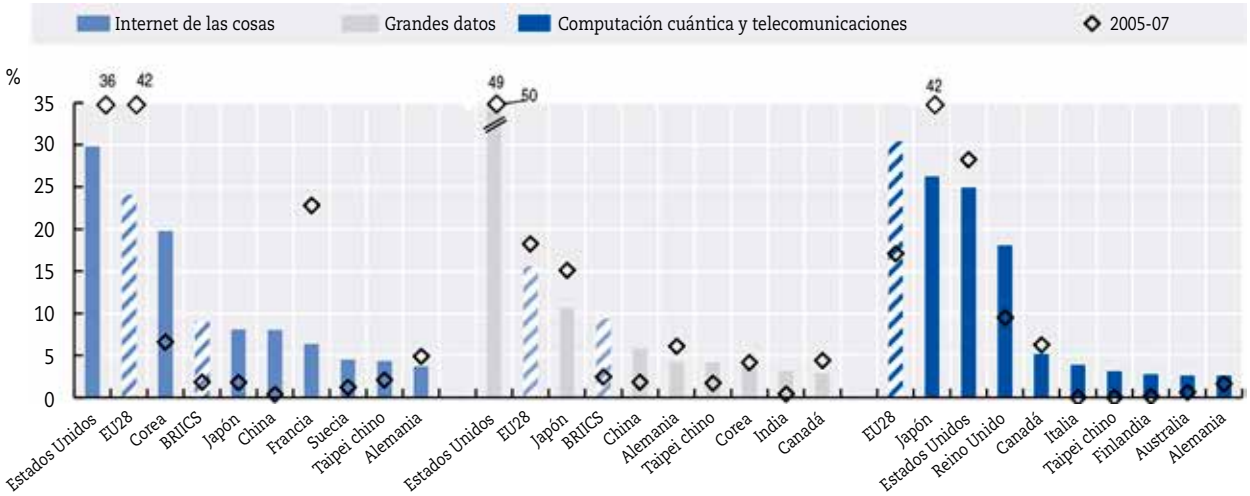
La explotación de datos masivos se volverá un determinante clave para la innovación y un factor de competitividad para las empresas en lo individual (MGI, 2011). Por un lado, permite a las empresas monitorear estrechamente y optimizar sus operaciones, no solo mediante la recopilación de grandes volúmenes de datos sobre sus procesos de producción o prestación de servicios, sino también sobre la forma en que se acercan los clientes y colocan pedidos. Por otro lado, proporciona a los consumidores productos y servicios más personalizados, que se adecuan específicamente a sus necesidades. La abundancia de aplicaciones comerciales potenciales se refleja en la creciente inversión en análisis de datos masivos y tecnologías relevantes (IdC y cómputo y telecomunicaciones cuánticas), como se muestra en la figura 2.3. El número de solicitudes de patente para estas tecnologías ha crecido a tasas de dos dígitos en años recientes.

Los datos masivos también traerán oportunidades al sector público

El análisis de datos masivos ofrece un campo significativo para mejorar la eficiencia de la administración pública (MGI, 2011). La recolección y análisis de altos volúmenes de datos del sector público puede conducir a mejores políticas de gobierno y servicios públicos, lo que contribuiría a optimizar la eficiencia y productividad del sector público. Por ejemplo, el análisis predictivo facilitaría la identificación de necesidades gubernamentales y sociales emergentes (OECD, 2015b). Las empresas privadas también pueden explotar comercialmente los datos abiertos del sector público. Asimismo, representan un recurso clave para construir la confianza pública a través de la mejora en la apertura, transparencia, capacidad de respuesta y rendición de cuentas del sector público (Ubaldi, 2013). A

Figura 2.3. **Principales economías con patentes en las tecnologías emergentes seleccionadas**

Participación de las economías en las patentes de IP5 solicitadas ante la USPTO y EPO, 2005-07 y 2010-12



Fuente: OCDE (2015d), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/888933273495.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433269

través del análisis de datos masivos, los ciudadanos podrán tomar decisiones mejor informadas y participar más activamente en los asuntos públicos.

En particular, los sistemas de investigación y el sector del cuidado de la salud se beneficiarán

El creciente acceso a la ciencia pública tiene el potencial de lograr que el sistema de investigación sea más efectivo y productivo al reducir la duplicidad y el costo de crear, transferir y reutilizar datos; al permitir que los mismos datos generen más investigación, también dentro del sector privado; y al multiplicar las oportunidades de participación en el proceso de investigación (OECD, 2014). El surgimiento de los datos abiertos y las políticas e infraestructuras de acceso abierto están haciendo que conjuntos de datos y resultados científicos aislados formen parte de los datos masivos (*big data*). El número de interesados que participan en prácticas de investigación y diseño de políticas seguirá creciendo, convirtiendo la ciencia en un esfuerzo ciudadano, reforzando un enfoque más emprendedor de la investigación y promoviendo políticas de investigación más responsables.

El análisis de datos masivos ofrece el potencial de generar mejoras sustantivas en diferentes dimensiones del cuidado de la salud, incluido el cuidado de pacientes, la administración de los sistemas de salud, la investigación en salud y el monitoreo de la salud pública (OECD, 2015b). Compartir datos de salud a través de un sistema de registro electrónico puede mejorar el acceso eficiente a los cuidados de salud y proporcionar una nueva visión de los productos y servicios de salud innovadores. El diagnóstico, tratamiento y monitoreo de pacientes puede convertirse en una empresa conjunta entre el *software* de análisis y los médicos. El cuidado clínico puede adoptar una naturaleza más preventiva, ya que el monitoreo y análisis predictivo ayudan a descubrir las patologías en etapas tempranas. Con

base en datos de investigación abierta, la IdC habilitará el acceso a una enorme variedad de información relacionada con la salud, tanto de personas enfermas como sanas, que serviría como valiosa fuente para la investigación y facilitaría nuevos avances en la medicina. Una amplia información acerca del uso de los cuidados de salud podría combinarse con datos clínicos y biológicos profundos, abriendo nuevas avenidas para impulsar el conocimiento común, como en el caso de enfermedades relacionadas con el envejecimiento, o para apoyar la investigación interdisciplinaria, por ejemplo sobre los efectos combinados de la cura y los cuidados (Anderson y Oderkirk, 2015).

Aún deben cerrarse las brechas de las infraestructuras en TI, habilidades y legislación

El surgimiento del análisis de datos masivos impone grandes retos sobre las habilidades y políticas de empleo (OECD, 2015b). La demanda de habilidades especializadas en el manejo de datos rebasará tanto la disponibilidad actual del mercado laboral como la capacidad de los sistemas de educación y entrenamiento, al exigir veloces ajustes en los programas educativos y las habilidades de profesores y trabajadores en sitio. También se espera que los datos masivos incrementen la necesidad de nuevo poder de supercómputo, grandes instalaciones de almacenamiento y un internet rápido, generalizado y abierto (incluido el IdC), que las infraestructuras actuales de TI no pueden soportar en su totalidad. Las instituciones legales también deben evolucionar para promover de mejor forma un flujo transparente de datos entre naciones, sectores y organizaciones. Hay creciente preocupación acerca de cómo definir los derechos de acceso abierto y apropiarse de ellos, al tiempo que se mantienen los incentivos de editores e investigadores para seguir publicando y haciendo investigación. En este punto, la cooperación internacional será esencial.

Hay riesgo de que se amplíen las inequidades sociales

Las crecientes inequidades sociales serán resultado no solo de la destrucción de los puestos de trabajo y de la polarización del empleo que inevitablemente acompañarán el giro estructural de las habilidades, sino también de una debilitada movilidad social y una persistente brecha digital. La discriminación permitida por los análisis de datos puede resultar en mayor eficiencia, pero también puede limitar la capacidad del individuo para modificar la educación programada y las trayectorias profesionales, y escapar de los candados socioeconómicos. Adicionalmente, está surgiendo una nueva brecha digital a partir de las crecientes asimetrías en la información y los correspondientes desplazamientos de poder de los individuos a las organizaciones, de los negocios tradicionales a los negocios basados en datos, y del gobierno a los negocios basados en datos (OECD, 2015b). La cohesión social y la resiliencia económica podrían debilitarse, especialmente en economías en desarrollo. Para evitar la inequidad en el ingreso, los gobiernos tendrán que ayudar a los trabajadores a adecuarse a los cambios que se presenten en la demanda de talentos, mediante la promoción del aprendizaje continuo, de por vida, y la mejora en el acceso a educación de alta calidad.

La privacidad, seguridad e integridad están también en riesgo

El análisis de datos masivos puede incentivar la recolección a gran escala de datos personales que podrían quedar accesibles en formas que violen el derecho de los

individuos a la privacidad. Por ejemplo, contar con pacientes que compartan datos de salud confidenciales puede apoyar la investigación médica y permitirles beneficiarse de una atención médica preferencial. Sin embargo, dar acceso a datos médicos para intereses comerciales (p. ej., compañías de seguros y empleadores) tiene serias implicaciones sobre la privacidad y la equidad. La privacidad también se pone en riesgo si estos datos no están debidamente protegidos y si la piratería informática o el uso indebido dan como resultado fallas de seguridad.

El análisis de datos masivos ofrece una singular posibilidad de combinar datos personales con programas de reconocimiento de patrones que permiten la generación de nueva información y conocimiento acerca de las personas (ITF, 2014). Sin embargo, los mismos datos y programas podrían servir para manipular a la gente, distorsionar su percepción de la realidad e influir en sus decisiones (Glancy, 2012; Helbing, 2015; IERC, 2015; Piniewski, Codagnone y Osimo, 2011). La autonomía personal, la libertad de pensamiento y el libre albedrío podrían verse amenazados, debilitando potencialmente las bases de las sociedades democráticas modernas. Los creadores de políticas necesitarán promover el uso responsable de los datos personales para evitar violaciones a la privacidad, en particular mediante la definición de un conjunto adecuado de políticas de protección al consumidor y de competencia, y expandir la capacidad de supervisión de las autoridades encargadas de las normas de privacidad.

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) busca dotar a las máquinas con capacidades de razonamiento que, algún día, podrían rebasar las de los seres humanos. Si bien aún es difícil apreciar la totalidad de su impacto, es probable que los sistemas inteligentes generen considerables ganancias en productividad y conduzcan a cambios irreversibles en nuestras sociedades.

Cuando las máquinas empiezan a pensar

La IA se define como la capacidad de las máquinas y sistemas para adquirir y utilizar conocimiento y tener un comportamiento inteligente. Esto significa realizar una amplia variedad de tareas cognitivas, p. ej., percibir, procesar lenguaje oral, razonar, aprender, tomar decisiones y contar con la capacidad de mover y manipular objetos en consecuencia. Los sistemas inteligentes usan una combinación de análisis de datos masivos, computación en la nube, comunicación entre máquinas e internet de las cosas (IdC)) para operar y aprender (OECD, 2015a). La IA está habilitando nuevos tipos de *software* y robots que actúan cada vez más como agentes autónomos que operan con mayor independencia de las decisiones de sus creadores y operadores humanos de lo que cualquier máquina había podido hacer en el pasado.

El surgimiento de las máquinas inteligentes

Los primeros esfuerzos para desarrollar la IA se centraron en definir compendios de reglas que el *software* pudiera usar para realizar una tarea. Esos sistemas trabajarían sobre problemas estrictamente definidos, pero fallaban al enfrentarlos a tareas más complejas, como la traducción o el reconocimiento del habla (OECD, 2015b). El surgimiento de métodos estadísticos generó importantes avances en el campo de la IA al enfocarse en el análisis

de datos. En vez de proporcionar procedimientos prescriptivos exhaustivos, el aprendizaje de la máquina (o estadístico) busca tomar decisiones basadas en funciones probabilísticas derivadas de experiencias pasadas. De esta forma, una computadora puede jugar ajedrez no solo usando el conjunto de movimientos permitidos y considerando sus posibles resultados, sino también refiriéndose a juegos pasados y calculando qué tan probable es que un movimiento específico conduzca a la victoria. A través del aprendizaje de las máquinas, las aplicaciones de *software* pueden realizar ciertas tareas mientras aprenden simultáneamente cómo mejorar el desempeño, es decir, recabando y analizando datos sobre su experiencia y proponiendo ajustes a su propia funcionalidad que mejoren en forma incremental el modo en que se realiza la tarea. Como resultado, las máquinas desarrollan, ajustan y pulen sus propias reglas para guiar su operación. Los avances en la IdC y el análisis de datos han enriquecido esta familia de algoritmos con una creciente fuente de datos para la toma de decisiones. Se espera que a través de los avances en el poder de cómputo y las técnicas de aprendizaje de las máquinas, su poder cognitivo supere el de los humanos (Helbing, 2015).

La IA no está restringida al mundo digital; en combinación con avances en la ingeniería mecánica y eléctrica, también ha incrementado la capacidad de los robots de realizar tareas cognitivas en el mundo físico. La IA permitirá a los robots adaptarse a nuevos entornos de trabajo sin necesidad de reprogramación (OECD, 2015c). Los robots avanzados, capaces de adaptarse a condiciones de trabajo cambiantes y de aprender de manera autónoma, pueden generar ahorros sustanciales en los costos laborales y ganancias en la productividad. La IA podría, por ejemplo, conducir a una mejor administración de inventarios y a la optimización de recursos. Más aún, la IA ofrece una gran promesa en términos de seguridad al sustituir físicamente a los seres humanos, reducir los accidentes de trabajo y mejorar la toma de decisiones en situación riesgosas y de peligro.

La IA puede trastornar profundamente la industria

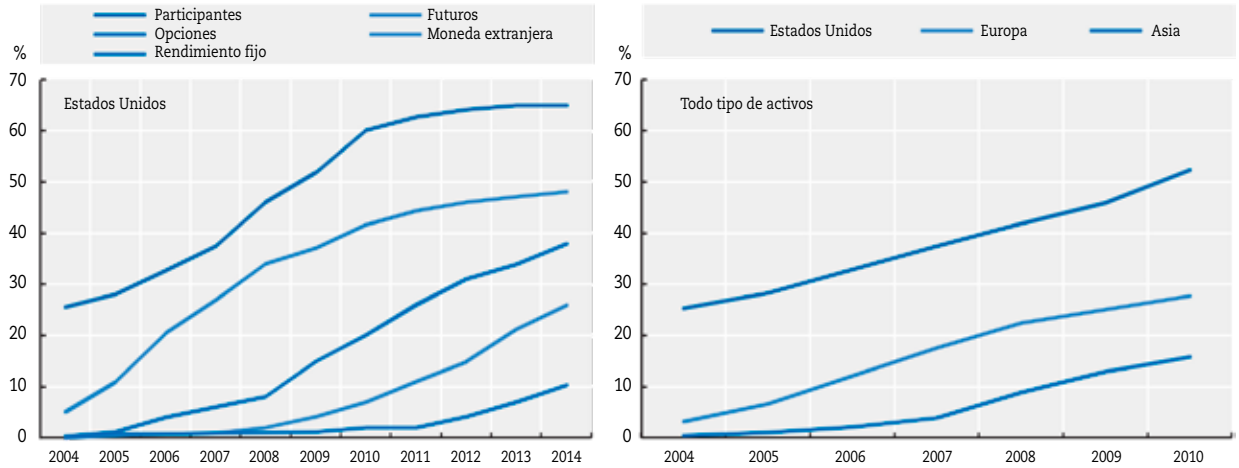
Los robots habilitados con IA pueden ser cada vez más importantes para la logística y la manufactura al desplazar el trabajo humano en los procesos productivos (OECD, 2015b). La IA está expandiendo las funciones de los robots, que tradicionalmente se habían limitado a tareas monótonas que requieren velocidad, precisión y destreza. Los sensores están cada vez más integrados a las líneas de producción, haciéndolos más inteligentes y eficientes mediante la adaptación de los procesos a los cambiantes requisitos de producción y condiciones de trabajo. Los sectores en los que se espera una nueva revolución en la producción y transformaciones radicales incluyen la agricultura, químicos, petróleo y carbón, hule y plásticos, zapatos y textiles, transporte, construcción, defensa, y vigilancia y seguridad (López Peláez y Kyriakou, 2008; ITF, 2015; Roland Berger, 2014; ESPAS, 2015; MGI, 2013; UK GOS, 2012).

La IA también podría revolucionar una amplia gama de servicios

La IA se implementará cada vez más en una amplia gama de industrias de servicios, incluidas las de entretenimiento, medicina, mercadeo y finanzas. El sector financiero ya ha sido revolucionado con el análisis de datos masivos y la IA; actualmente, en Estados Unidos los algoritmos realizan más transacciones de modo autónomo que los seres humanos (figura 2.4). Esta tendencia es particularmente fuerte en las bolsas de valores, pero también es visible en el intercambio de otro tipo de activos, como los futuros, opciones y monedas

Figura 2.4. **Los algoritmos conducen cada vez más transacciones en forma autónoma**

Comercio algorítmico como participación del total de comercio financiero, países seleccionados, 2004-10 y por tipo de activos en Estados Unidos, 2004-14



Fuente: OCDE (2015b), Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being, http://dx.doi.org/10.1787/9789264229358-en.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433273

extranjeras. El aprendizaje de las máquinas tiene el potencial de impulsar el papel de los algoritmos en las transacciones al permitirles ajustar sus estrategias con el tiempo. Muchos productos basados en la IA están tomando la forma de servicios basados en la web (OECD, 2015b). Por ejemplo, los motores de recomendación que impulsan a Amazon, Netflix y Spotify se basan en tecnologías de aprendizaje de las máquinas. En el sector salud, es probable que los diagnósticos sean cada vez más acertados y accesibles a través del análisis de bases de datos médicas basadas en IA (OECD, 2016a). Ya se utilizan robots cirujanos, y es muy probable una mayor automatización de las tareas relacionadas con la salud (López Peláez y Kyriakou, 2008). Al ir mejorando su desempeño, especialmente su capacidad antropomorfa, la IA podría realizar cada vez más tareas sociales. Los "robots sociales" pueden ayudar a atender las necesidades de las sociedades que envejecen, apoyando a los seres humanos física y psicológicamente, actuando en forma artificial como acompañantes y disminuyendo el aislamiento social de los adultos mayores (IERC, 2015).

La IA podría augurar una "destrucción creativa" masiva

Los avances en el aprendizaje de las máquinas y la inteligencia artificial podrían expandir pronto las capacidades de automatización de tareas. Mientras aún se debate hasta qué grado puede la IA desplazar la mano de obra, los avances en los sistemas inteligentes facilitarán inevitablemente la automatización de algunos trabajos relacionados con el conocimiento. La automatización ya no dependerá de la diferenciación entre tareas manuales o intelectuales, sino del nivel de componentes rutinarios de la tarea. Las clases de ingreso medio podrían estar bajo presión en particular, ya que un número creciente de trabajos administrativos, cognitivos y analíticos podrían ser realizados por aplicaciones basadas en datos e IA.

La cosecha de beneficios de la IA depende de que se establezcan diversas condiciones marco

Un factor esencial para cosechar los beneficios de la IA es el suministro de redes confiables de transporte, energía y comunicaciones, incluido el IdC (OECD, 2015a). La IA puede cometer errores que den como resultado un daño potencialmente grave (p. ej., un diagnóstico equivocado de un paciente). Las decisiones de la IA también pueden estar sujetas a malentendidos, críticas o rechazos (p. ej., negar un crédito). La naturaleza imperfecta de la IA genera dudas acerca de los principios de responsabilidad legal y de cómo compartirla entre la IA en sí misma, los constructores, programadores y propietarios, etc. Las leyes y marcos legales deben trazarse e implementarse antes de que muchos de los beneficios de la IA puedan cosecharse en mercados como el transporte y la salud. Otra dimensión jurídica de la IA se relaciona con los derechos de propiedad intelectual (PI) sobre los inventos facilitados por IA, y cómo deben repartirse los derechos e ingresos de la PI. Las consideraciones legales tendrán importantes consecuencias sobre los mercados de seguros y sistemas de PI.

Considerando estas tendencias proyectadas, se espera que surjan nuevas necesidades de talento. Se incrementará la demanda de trabajadores del conocimiento con capacidad para desarrollar IA o realizar tareas relacionadas con IA. El conocimiento creativo o tácito, que es menos codificable, y las habilidades que implican interacción social o destreza física, menos fáciles de automatizar, seguramente permanecerán en manos humanas durante algunas décadas (López Peláez y Kyriakou, 2008; Brynjolfsson y McAffee, 2015). Los sistemas educativos actuales necesitan garantizar que los jóvenes están equipados con las habilidades adecuadas para desempeñarse en el futuro entorno ampliado con la IA. Los sistemas de capacitación ayudarán a suavizar la transición y a garantizar que la gente pueda hacer frente y aprovechar el desarrollo de las tecnologías de IA.

La IA puede cambiar a los seres humanos en formas impredecibles

La integración de la IA al ámbito privado creará apego emocional en los seres humanos, en particular en relación con robots humanoides habilitados con IA, y alterará los comportamientos sociales humanos. Algunos argumentan que la diferencia de comportamiento entre máquinas con IA y las que no la tengan, podría justificar que los robots sociales contaran con derechos legales, y su protección serviría como guía para una mayor regulación de conductas socialmente deseables (Darling, 2012). Otros consideran que las relaciones sociales entre humanos y robots deberían reflejarse en obligación moral (Coeckelbergh, 2010). Más ampliamente, el uso de la IA con propósitos humanos plantea varios temas éticos y filosóficos alrededor de la vida humana, incluyendo la posible deshumanización de la sociedad. Se cuestiona el papel de los humanos en una nueva sociedad mejorada por la IA y se podría redefinir la forma en que las personas utilizan su tiempo, p. ej., mediante un nuevo equilibrio entre el tiempo dedicado al trabajo y al ocio.

Cadena de bloques (*Blockchain*)

La cadena de bloques es una base de datos que permite la transferencia de valor dentro de redes informáticas. Se prevé que esta tecnología trastorne diversos mercados al permitir transacciones confiables sin necesidad de un tercero. Sin embargo, la proliferación de esta tecnología está amenazada por problemas técnicos que aún deben resolverse.

¿Qué es la tecnología de cadena de bloques?

Las aplicaciones de internet, como los navegadores y programas de correo electrónico, utilizan protocolos que definen la manera en que el *software* de los dispositivos conectados se puede comunicar entre sí. Aun cuando el propósito de los protocolos más tradicionales es el intercambio de información, la cadena de bloques permite protocolos para el intercambio de valor. Esta nueva tecnología facilita un entendimiento compartido del valor asociado a datos específicos y, por lo tanto, permite que se realicen transacciones. En sí, la cadena de bloques es una base de datos distribuida que actúa como un libro contable público, abierto, compartido y confiable que nadie puede alterar y que todos pueden consultar. Los protocolos basados en cadena de bloques (p. ej., bitcoin) especifican cómo los participantes pueden mantener y actualizar el libro contable utilizando criptografía y a través de un consenso general. La combinación entre transparencia, reglas estrictas y una constante supervisión que potencialmente puede caracterizar una red basada en cadena de bloques ofrece condiciones suficientes a sus usuarios para que confíen en las transacciones que se realizan en ella sin necesidad de una institución central. Como tal, la tecnología ofrece la posibilidad de menores costos por transacción al eliminar la necesidad de un intermediario confiable para realizar transferencias de valor suficientemente seguras. Esto podría trastornar mercados e instituciones cuyo modelo de negocios o razón de ser radica en proveer la confianza que favorece las transacciones.

La tecnología de cadena de bloques puede trastornar varios sectores

La tecnología de cadena de bloques se concibió originalmente para el *bitcoin*, moneda digital no regulada ni respaldada por ningún banco central. Esta tecnología busca, más bien, ser confiable por sí misma (es decir, hace innecesario un tercero confiable), evitar el doble gasto y mantener un seguimiento constante de la propiedad de la moneda y las transacciones (OECD, 2015e). El suministro de bitcoins está limitado y regulado por un algoritmo matemático que define la tasa a la que se puede crear la moneda. El procedimiento para actualizar el libro contable recompensa a los usuarios que dedican recursos informáticos a la encriptación de las transacciones (llamados *mineros*) con nuevos bitcoins que ingresan en la base monetaria del sistema. Una vez que se ha encriptado un conjunto de transacciones, la red completa (incluso los que no son mineros) verifica su validez mediante un consenso por mayoría de 51%. Como en cualquier intercambio de moneda normal, el intercambio de bitcoin con las monedas tradicionales se determina por un sistema de doble subasta. Esta configuración incentiva el escrutinio y, por lo tanto, da seguridad a la red: si crecientemente se va adoptando bitcoin y su valor aumenta respecto a otras monedas, habrá un incentivo adicional para dedicar poder informático a cambio de recompensas.

En tanto la experiencia bitcoin ya está forzando a un nuevo planteamiento acerca de las monedas, los impactos esperados de la tecnología subyacente de cadenas de bloques van más allá del dinero digital. Esta tecnología podría desestabilizar a los actuales involucrados en el negocio de administración de activos y a las autoridades gubernamentales, y podría transformar la forma en que se prestan los servicios. Las aplicaciones potenciales pueden agruparse en tres categorías:

Transacciones financieras

Las aplicaciones financieras de la tecnología de cadena de bloques van más allá del bitcoin y del dinero digital. Por ejemplo, esta tecnología ofrece oportunidades para el envío

de pagos transfronterizos, que por lo general representan altos costos de transacción en relación con el monto remitido. El microfinanciamiento colectivo de capital ofrece otra oportunidad, ya que, a menudo, involucra gran cantidad de esfuerzo administrativo en relación con la inversión individual (Collins y Baeck, 2015). Una cadena de bloques puede ser "sin autorizaciones", como en el caso del bitcoin, es decir, abierta a que todos contribuyan con datos y posean el libro contable colectivamente; también puede ser "con autorizaciones", de tal forma que solo uno o varios usuarios en la red puedan añadir registros y verificar los contenidos del libro (UK GOS, 2016). Los libros contables con esquema de autorización ofrecen una amplia gama de aplicaciones en el sector privado. Las cámaras de compensación (p. ej., el New York Stock Exchange y Nasdaq), bancos (p. ej., Goldman Sachs), empresas de tarjetas de crédito (p. ej., Master Card) y empresas de seguros (p. ej., New York Life Insurance Company) han invertido ya alrededor de mil millones en nuevas empresas que utilizan tecnologías de cadena de bloques (Pagliery, 2015; De Filippi, 2015). Mediante el reemplazo de la infraestructura bancaria necesaria para pagos transfronterizos, el intercambio de valores y el cumplimiento de las regulaciones, la tecnología de libro contable distribuido puede reducir los costos anuales de los servicios bancarios globales en 20 mil millones de dólares (Santander Innoventures, Wyman y Anthemis, 2015).

Sistemas de registro y verificación

La tecnología de cadena de bloques también puede utilizarse para crear y mantener registros confiables. El libro contable distribuido ofrece un registro histórico sólido, transparente y de fácil acceso. Se puede utilizar para almacenar cualquier tipo de información, incluida la propiedad de activos. Las posibles aplicaciones incluyen el registro y evidencia de la propiedad de tierras y pensiones, y la verificación de autenticidad y origen de obras de arte, artículos de lujo (p. ej., diamantes) y fármacos costosos (*The Economist*, 2015; Thomson, 2015). Dentro de esta categoría de aplicaciones, las cadenas de bloques cuentan con estructura de permisos, y se apoyan en una institución central para la actualización y almacenamiento del libro contable. Honduras ya tiene planeado construir un sistema de registro de títulos de propiedad de la tierra usando cadena de bloques (Chavez-Dreyfuss, 2015), lo cual podría cambiar radicalmente el modo en que las oficinas notariales manejan los bienes raíces. El libro contable compartido de la cadena de bloques también puede representar mejoras significativas para la asignación de recursos en el sector público mediante la consolidación de la contabilidad, al incrementar la transparencia y facilitar la auditoría con el fin de evitar la corrupción y potenciar la eficiencia. Esta tecnología podría asegurar aún más la integridad de otros registros y servicios de gobierno, incluyendo el cobro de impuestos, la entrega de beneficios y la emisión de pasaportes. Un libro contable compartido entre diferentes niveles de gobierno puede garantizar que las transacciones sean congruentes y libres de errores. Además, considerando que las instituciones públicas y privadas clave en los países emergentes están menos desarrolladas y cuentan con menos confianza en los mercados financieros en desarrollo, y para que los servicios públicos sean eficientes, la cadena de bloques podría ofrecer un "camino preferente" para el desarrollo de servicios financieros y mantenimiento de los registros públicos.

Contratos inteligentes

La tecnología de cadena de bloques ofrece la oportunidad de agregar datos adicionales a las transacciones de valor. Estos datos podrían especificar que deben cumplirse ciertas reglas antes de que la transferencia se realice. De esta forma, una transacción funciona como

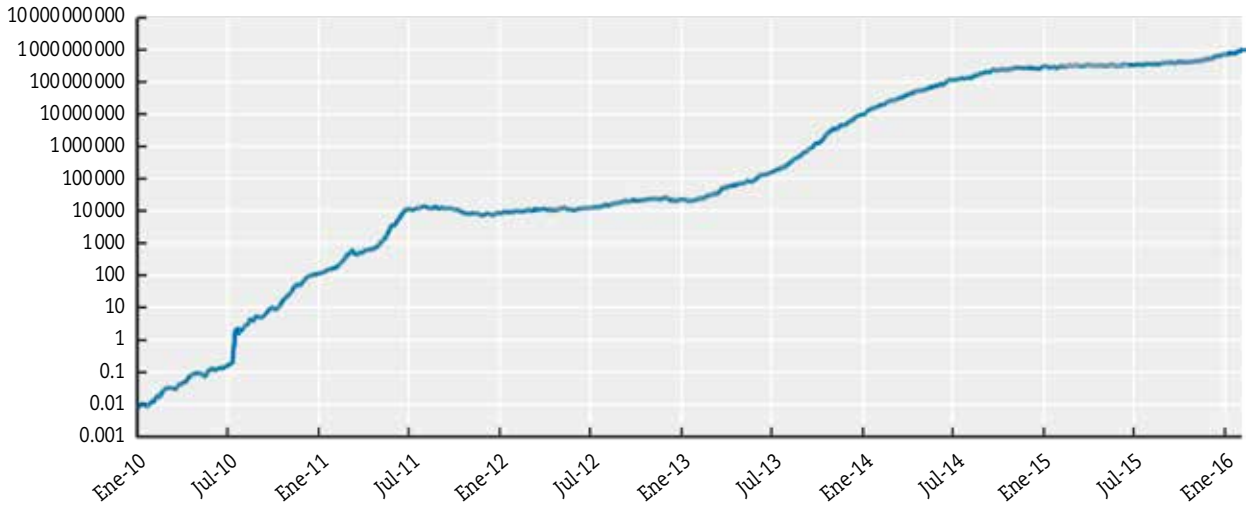
una factura que pude compensarse automáticamente al momento de cumplir con ciertas condiciones. Estos "contratos inteligentes" basados en cadena de bloques también pueden identificarse como dinero programable (Bheemaiah, 2015). Las condiciones especificadas en la transferencia como código de programación podrían utilizarse para agilizar el suministro de servicios como el almacenamiento de datos en la nube (p. ej., Dropbox), mercados (p. ej., eBay) y plataformas para la economía colaborativa, como Uber y AirBnB (De Filippi, 2015). Microsoft está integrando una empresa conjunta en este campo para impulsar sus servicios de renta de servidores informáticos (Pagliery, 2015). Los contratos inteligentes también pueden impulsar las plataformas de entrega de medios, evitando la piratería y asegurando que músicos y cineastas reciban regalías por la distribución de sus contenidos digitales (Nash, 2016).

Varias incertidumbres tecnológicas permanecen

Una incertidumbre crítica de las aplicaciones "sin institución" (sin esquema de permisos) es que su seguridad depende, en gran medida, del número de usuarios. Esto significa que las aplicaciones deben escalar lo suficiente antes de volverse confiables. Más aún, el algoritmo matemático estándar que asegura un libro contable a prueba de alteraciones (utilizado actualmente por Bitcoin) se vuelve más computacionalmente intensivo cuando la red se torna más vigilada. La figura 2.5 muestra cómo la totalidad del poder informático de la red de Bitcoin se ha incrementado a tasas exponenciales desde 2010. Mientras más mineros ingresan a la red, el algoritmo matemático hace que

Figura 2.5. **Poder de cómputo total de la red Bitcoin**

Hashes calculados por segundo, escala logarítmica



Nota: Monto expresado en hashes. Un *hash* es un cálculo que expresa datos de manera reducida pero representativa. Mientras más mineros ingresan a la red Bitcoin, el algoritmo hace que el problema de criptografía sea más complicado (p. ej., exige el cálculo de más hashes) para mantener las adiciones a la cadena de bloques (y la minería de recompensas de Bitcoin) arregladas en aproximadamente 10 minutos.

Fuente: Con base en Blockchain Luxembourg S.a.r.l (2016), Bitcoin Hash Rate, https://blockchain.info/charts/hash-rate (recuperado el 4 de febrero de 2016).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433340

el proceso de encriptado sea más difícil con el propósito de mantener el ritmo al que se van creando los bitcoins. Aunque este esquema incentiva la vigilancia, también se traduce en grandes cantidades de electricidad para procesar y verificar las transacciones que se realizan en la red, que actualmente se estima comparable con el uso de energía eléctrica de Irlanda (UK GOS, 2016). Se están desarrollando y probando alternativas para lograr un consenso seguro aplicando menos poder informático. Una incertidumbre adicional específica de los contratos inteligentes radica en el grado en que los servicios complejos pueden programarse suficientemente mediante reglas. Con el objetivo de que esas redes operen de manera independiente (es decir, sin una empresa que respalde el servicio), las instrucciones integradas en las transferencias deben proporcionar una definición exhaustiva del servicio. Mientras esto es posible para muchos servicios de rutina (p. ej., al cómputo), es dudoso que pueda lograrse con aplicaciones más complejas, como los mercados y la economía colaborativa de Uber y AirBnB, pues muchas veces estas requieren de mecanismos de solución de disputas que son difíciles de codificar y delimitar.

La solución de las incertidumbres tecnológicas podría habilitar actividades ilegales

El seudoanonimato de las transacciones genera varias preocupaciones alrededor de la potencial explotación de esta tecnología para actividades ilegales. Si bien todas las transferencias realizadas a través de la cadena de bloques quedan grabadas permanentemente y son inmutables, contienen información relacionada solo con la identidad de internet del agente, que no necesariamente conduce a su identidad real. Algunos usuarios de moneda virtual se han involucrado en un uso inadecuado y en actividades ilegales, incluido el lavado de dinero y la transferencia de valor para bienes ilegales. Métodos más efectivos de identificación podrían conducir a la aplicación más efectiva de la ley sobre la moneda digital en comparación con el uso del efectivo (OECD, 2015e). Sin embargo, las aplicaciones de contratos inteligentes también podrían permitir la creación y operación de mercados ilegales que operan sin una empresa o institución responsable que esté sujeta al cumplimiento de la normatividad.

Comentarios finales

Mientras que las tecnologías clave y emergentes que se han mencionado tienen orígenes y posibles aplicaciones muy diversas, parecen mostrar algunas características comunes que tienen implicaciones directas sobre las políticas.

- Se prevé que las tecnologías clave y emergentes cubiertas en este capítulo tengan fuertes repercusiones en varios campos de aplicación, muchos de los cuales no pueden anticiparse. Estas repercusiones estarán determinadas por varios factores no tecnológicos, algunos de los cuales se destacan en las megatendencias del capítulo 1, e incluyen las sociedades que envejecen, el cambio climático, acontecimientos económicos y políticos y cambios en las preferencias sociales. La tecnología coevoluciona con la sociedad, lo que hace impredecible muchos de los cambio tecnológicos, particularmente los más disruptivos. Esta incertidumbre exige una perspectiva abierta y flexible en las políticas que respalde, hasta donde los recursos lo permitan, una diversidad de desarrollos y aplicaciones tecnológicas. La diversidad no solo propaga riesgos y oportunidades, sino que también construye capacidad de absorción para explotar la investigación y la tecnología desarrolladas en otros lugares. Al mismo tiempo, rondas regulares de recopilación de información preventiva

(p. ej., sobre "señales débiles"), seguidas de rondas para "encontrar el sentido" entre los formuladores de políticas y otros actores del sistema de innovación, pueden mejorar la capacidad del gobierno para ajustar las políticas conforme se vayan presentando los acontecimientos y pueden ayudar a agilizar el sistema.

- Las tecnologías clave dependen muchas veces de otras tecnologías "habilitadoras" para su desarrollo y explotación a futuro. Tal vez la tecnología habilitadora más generalizada en este momento es la tecnología de la información y comunicaciones (TIC). Las cuatro tecnologías clave y emergentes cubiertas en este capítulo —internet de las cosas, análisis de datos masivos, inteligencia artificial y cadena de bloques— son, o seguramente serán, TIC habilitadoras generalizadas en el corto plazo. Más aún, los desarrollos en otras tecnologías están apuntalados en gran medida por avances en las TIC, así como en avances en otras tecnologías. La convergencia y combinación tecnológica son, por lo tanto, características significativas del desarrollo tecnológico que pueden apoyarse en espacios institucionales interdisciplinarios, por ejemplo, para realizar trabajos de I+D y para ofrecer capacitación en las habilidades necesarias. Mientras muchos países de la OCDE apoyan cada vez más estos espacios, se necesita avanzar más para superar los arreglos institucionales y organizacionales monodisciplinarios establecidos desde hace tiempo para financiar y realizar I+D, que inhiben las iniciativas interdisciplinarias. La investigación del sector público ha desempeñado papeles centrales en el desarrollo de tecnologías clave y emergentes.
- La investigación del sector público proporciona nuevos conocimientos de los fenómenos que apuntalan las tecnologías emergentes y, con frecuencia, contribuye al desarrollo prototípico y demostrativo. Igualmente importante, la investigación del sector público nutre muchas de las habilidades necesarias para el posterior desarrollo y explotación de tecnologías emergentes. Por lo tanto, es importante contar con suficiente inversión en la investigación pública para hacer realidad los beneficios de estas tecnologías para el crecimiento y bienestar futuros.
- Gracias a los avances de las TIC y a las acusadas caídas en los costos de equipos y agentes de laboratorio, las comunidades y los ciudadanos tienen un papel cada vez más importante en el desarrollo y explotación de algunas de las tecnologías clave y emergentes, como la cadena de bloques, biología sintética y la manufactura aditiva. La apertura de la investigación, innovación y emprendimiento en este sentido es muy bien recibida y algunos países de la OCDE están implementando marcos de políticas para apoyarla. Al mismo tiempo, la participación ciudadana plantea diversos temas de reglamentación, por ejemplo, en lo referente a la protección de la salud y la seguridad (es particularmente agudo en la biología sintética, donde se está desarrollando una fuerte tradición científica del tipo "hágalo ud. mismo"), y de derechos de propiedad intelectual (esto ocupa un lugar destacado en las discusiones sobre manufactura aditiva). De hecho, los gobiernos necesitan adaptar con regularidad sus reglamentos o redactar nuevos para gobernar el desarrollo y aplicación de muchas tecnologías emergentes, al margen de la participación ciudadana. Considerando el rápido ritmo del cambio tecnológico, esto es claramente un reto, pero muchos gobiernos pueden mejorar su inteligencia preventiva sobre los problemas regulatorios a futuro, lo que les permitiría estar mejor preparados para actuar con mayor agilidad y decisión.
- Las tecnologías emergentes conllevan diversos riesgos e incertidumbres, y muchas representan también importantes cuestiones éticas. Esto exige una gobernanza incluyente y anticipatoria del cambio tecnológico, que considere la evaluación

de beneficios y costos y una conformación activa de futuras vías de desarrollo y explotación. Estos arreglos de gobernanza se mantienen poco desarrollados en la mayoría de los países de la OCDE, aunque esto puede cambiar en los próximos años con el creciente interés en las políticas de "investigación e innovación responsable" (IIR). Las formas de gobernanza que incorporen elementos de IIR deberán considerar una variedad de perspectivas en la valoración de las futuras vías tecnológicas emergentes. Una evaluación más amplia se beneficiaría de una mayor referencia a las ciencias sociales y las humanidades de lo acostumbrado en las formas de evaluación actuales.

- Los esfuerzos de investigación e innovación en torno a las tecnologías clave y emergentes se distribuyen cada vez más en el mundo y se benefician típicamente de la cooperación internacional. Esto significa que gobernar las tecnologías emergentes y su utilización, por ejemplo, a través de acuerdos y reglamentación, se vuelve cada vez más un asunto de coordinación internacional. Organizaciones como la OCDE pueden ser foros útiles para que los países colaboren y se coordinen al respecto.
- Al mismo tiempo, como lo muestran los ejercicios de predicción, el desarrollo tecnológico es muy competitivo, con países que invierten fuertes sumas en investigación e innovación en campos tecnológicos similares. La competencia se enfoca no solo en soluciones tecnológicas, sino también en modelos de negocios, plataformas y estándares, en particular en el ámbito empresarial, donde la "ventaja del que se mueve primero" puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso. Los gobiernos que desean apoyar nuevas industrias alrededor de las tecnologías emergentes necesitarán mirar más allá de la función de I+D para apreciar la más amplia dinámica de empresa y de industria que, seguramente, contribuirá a su éxito.

Muchos de estos problemas se abordan en el capítulo 3, donde serán descritos con mayor detalle.

Nota

1. La tecnología de cadena de bloques no estaba entre las tecnologías emergentes identificadas en los ejercicios de predicción mapeada. Ha surgido con fuerza en 2015 como una tecnología de propósito potencialmente disruptiva y, sobre esa base, se incluye en el presente estudio.

Referencias

Akyildiz, I.F. et al. (2015), "The Internet of bio-nano things", *IEEE Communications Magazine*, vol. 53/3, pp. 32-40.

Anderson, G. y J. Oderkirk (eds.) (2015), *Dementia Research and Care: Can Big Data Help?*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264228429-en.

Bheemaiah, K. (2015), "Block Chain 2.0: The renaissance of money", *Wired*, 17 February, www.wired.com/insights/2015/01/block-chain-2-0/ (consultado: 7 de mayo de 2016).

Blockchain Luxembourg S.a.r.l. (2016), *Bitcoin Hash Rate*, https://blockchain.info/charts/hash-rate (consultado: 4 de febrero de 2016).

Brynjolfsson, E. y A. McAffee (2015), "The jobs that AI can't replace", BBC News, 13 September, www.bbc.com/news/technology-34175290 (consultado: 7 de mayo de 2016).

Chavez-Dreyfuss, G. (2015), "Honduras to build land title registry using bitcoin technology", Reuters, 15 May, http://in.reuters.com/article/2015/05/15/usa-honduras-technology-idINKBN0O01V720150515 (consultado: 7 de mayo de 2016).

Coeckelbergh, M. (2010), "Robot rights? Towards a social-relational justification of moral consideration", *Ethics and Information Technology*, vol. 12/3, pp. 209-221.

Collins, L. y P. Baeck (2015), "Crowdfunding and cryptocurrencies", *Nesta*, 13 July, www.nesta.org.uk/blog/crowdfunding-and-cryptocurrencies (consultado: 7 de mayo de 2016).

Darling, K. (2012), "Extending legal rights to social robots", paper presented at We Robot Conference, Miami, 23 April, http://robots.law.miami.edu/wp-content/uploads/2012/04/Darling_Extending-Legal-Rights-to-Social-Robots-v2.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

De Filippi, P. (2015), "Digital Europe: Peer-to-peer technology for social good", *Nesta*, 12 November, www.nesta.org.uk/blog/digital-europe-peer-peer-technology-social-good (consultado: 7 de mayo de 2016).

ESPAS (European Strategy and Policy Analysis System) (2015), *Global Trends to 2030: Can the EU Meet the Challenges Ahead?*, ESPAS, Brussels, http://europa.eu/espas/pdf/espas-report-2015.pdf (consultado: 7 de mayo 2016).

Evans, D. (2011), "The Internet of Things: How the next evolution of the Internet is changing everything", *Cisco White Paper*, CISCO IBSG (Internet Business Solutions Group), www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

Glancy, D.J. (2012), "Privacy in autonomous vehicles", *Santa Clara Law Review*, vol. 52/4, pp. 1171-1239, http://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/saclr52&div=38&id=&page= (consultado: 7 de mayo de 2016).

Helbing, D. (2015), "Societal, economic, ethical and legal challenges of the digital revolution: From big data to deep learning, artificial intelligence, and manipulative technologies", *SSRN (Social Science Research Network)*, http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2594352.

IERC (European Research Cluster on the Internet of Things) (2015), "Internet of Things: IoT governance, privacy and security issues", *IERC Position Paper*, European Communities, www.internet-of-thingsresearch.eu/pdf/IERC_Position_Paper_IoT_Governance_Privacy_Security_Final.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

ITF (International Transport Forum) (2015), *Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty*, OECD Publishing, París.

ITF (2014), *Mobility Data: Changes and Opportunities*, OECD Publishing, París.

Kuusi, O. y A.L. Vasamo (2014), *100 Opportunities for Finland and the World: Radical Technology Inquirer (RTI) for Anticipation/Evaluation of Technological Breakthroughs*, Committee for the Future, Helsinki, www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_11+2014.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

López Peláez, A. y D. Kyriakou (2008), "Robots, genes and bytes: Technology development and social changes towards the year 2020", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 75, pp. 1176-1201, http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.01.002.

MGI (McKinsey Global Institute) (2013), *Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business and the Global Economy*, McKinsey & Company, www.mckinsey.com/business-functions/businesstechnology/our-insights/disruptive-technologies (consultado: 7 de mayo de 2016).

MGI (2011), *Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition and Productivity*, McKinsey & Company, www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/big-data-the-next-frontier-forinnovation (consultado: 7 de mayo de 2016).

Nash, K.S. (2016), "Blockchain: Catalyst for massive change across industries", *The Wall Street Journal*, 2 February, http://blogs.wsj.com/cio/2016/02/02/blockchain-catalyst-for-massive-change-acrossindustries/ (consultado: 7 de mayo de 2016).

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016a), "The Internet of Things: Seizing the Benefits and Addressing the Challenges", *OECD Digital Economy Papers*, No. 252, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5jlwvzz8td0n-en.

OECD (2015a), *OECD Digital Economy Outlook 2015*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015b), *Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264229358-en.

OECD (2015c), "Enabling the Next Production Revolution", *Issues Paper*, OECD, París, www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/IND(2015)2&docLanguage=En (consultado: 7 de mayo de 2016).

OECD (2015d), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OECD (2015e), "Refining regulation to enable major innovations in financial markets", *Issues Paper from the OECD Competition Division*, OECD Publishing, París, www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DAF/COMP/WP2(2015)9&doclanguage=en (consultado: 7 de mayo de 2016).

OECD (2014a), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

Pagliery, J. (2015), "Record $1 billion invested in Bitcoin firms so far", CNN Money, 3 November, http://money.cnn.com/2015/11/02/technology/bitcoin-1-billion-invested/ (consultado: 7 de mayo de 2016).

Perera, C. et al. (2015), "Big Data Privacy in the Internet of Things Era", *IT Professional*, Vol. 17/3, http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MITP.2015.34 (consultado: 7 de mayo de 2016).

Piniewski, B., C. Codagnone y D. Osimo (2011), *Nudging Lifestyles for Better Health Outcomes, Crowdsourced Data and Persuasive Technologies for Behavioural Change*, European Union, Luxembourg, http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC64206.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

Policy Horizons Canada (2013), *METASCAN3 – Emerging Technologies: A Foresight Study Exploring How Emerging Technologies Will Shape the Economy and Society and the Challenges and Opportunities They Will Create*, Government of Canada, Ottawa, www.horizons.gc.ca/sites/default/files/Publication-alt-format/pdf_version_0239_6698kb-45pages.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

Roland Berger (2014), "Les classes moyennes face à la transformation digitale: Comment anticiper? Comment accompagner?", *Think Act*, October, www.rolandberger.fr/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Transformation_Digitale-20141030.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

Santander Innoventures, Oliver Wyman and the Anthemis Group (2015), "The Fintech 2.0 paper: rebooting financial services" (website), http://santanderinnoventures.com/wp-content/uploads/2015/06/The-Fintech-2-0-Paper.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

The Economist (2015), "The great chain of being sure about things", *The Economist*, 31 October, www.economist.com/news/briefing/21677228-technology-behind-bitcoin-lets-people-who-do-not-know-ortrust-each-other-build-dependable (consultado: 7 de mayo de 2016).

Thomson, A. (2015), "Using the blockchain to fight crime and save lives", *TechCrunch*, 27 September, http://techcrunch.com/2015/09/27/using-the-blockchain-to-the-fight-crime-and-save-lives/ (consultado: 7 de mayo de 2016).

Ubaldi, B. (2013), "Open government data: Towards empirical analysis of open government data initiatives", *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 22, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k46bj4f03s7-en.

UK GOS (Government Office for Science) (2016), "Distributed Ledger Technology: beyond block chain", UK GOS, 19 January, www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

UK GOS (2012), *Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s – 2012 Refresh*, Department for Business, Innovation and Skills, London, www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/288562/12-1157-technology-innovation-futures-uk-growth-opportunities-2012-refresh.pdf (consultado: 7 de mayo de 2016).

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Argentina", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-45-en.

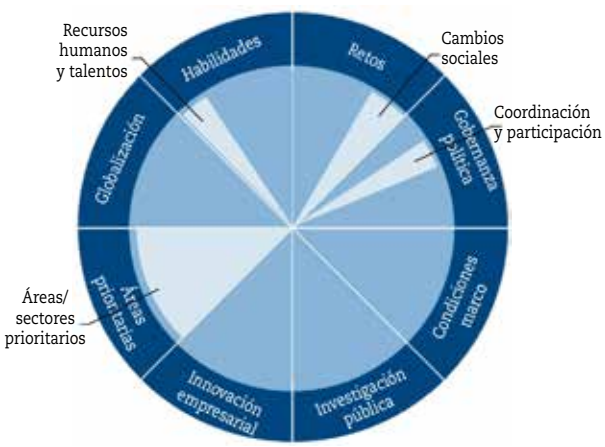
ARGENTINA

El gobierno argentino reconoce que la innovación es clave para el crecimiento y actualmente concentra sus esfuerzos en diversas áreas.

Cuadro 1. Gasto interno bruto en I+D (GIBID)

	ARG	OCDE
GIBID		
Millones de USD PPP, 2014	5 701	1 181 495
Como % del total OCDE, 2014	0.5	100
Intensidad y crecimiento de GIBID		
Como % del PIB, 2014	0.61	2.38
(tasa de crecimiento anual, 2009-14)	(+9.5)	(+2.3)
GIBID con financiamiento público		
Como % del PIB, 2013	0.46	0.61
(tasa de crecimiento anual, 2008-13)	(+15.4)	(+2.5)

Figura 1. Principales prioridades de política de CTI, 2016



Temas candentes

Innovar para hacer frente a los retos sociales (incluida la inclusividad)

Argentina se está enfocando en la solución del reto de la exclusión social. El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) ha hecho de la atención a los retos sociales su prioridad en los lineamientos para el desarrollo del sistema nacional de innovación. En 2009, el MINCYT implementó el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), un fondo financiado principalmente con asignaciones del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo, que también apoya iniciativas de innovación y promueve la inclusión social.

Mejorar la coordinación y participar en la gobernanza

Muchos organismos públicos participan en el sistema de CTI de Argentina. El MINCYT, que contó con un presupuesto de 1386 millones de dólares americanos PPP[1] (4994 millones de pesos argentinos, ARD) en 2013, tiene un papel central en la administración de las inversiones en innovación e instituciones de I+D. Argentina gastó 0.61% de su PIB en I+D en 2014, muy por debajo de la media de la OCDE. El gobierno financia la mayor parte del GIBID (0.46% del PIB) y su contribución creció en 15.44% anual durante el periodo 2008-13, más rápido que el crecimiento anual total del GIBID (9.5%) en el mismo periodo. Dependencias como el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT) distribuyen las subvenciones del gobierno para la investigación. La Unidad de Evaluación de Aseguramiento de la Calidad (UEAC) de la ANPCYT, y la Dirección Nacional de Programas y Proyectos de la Subsecretaría de Evaluación Institucional evalúan con una visión de aseguramiento de la calidad. Para mejorar la coordinación, la asignación de recursos de la MINCYT se ha alineado progresivamente, durante los últimos cinco años, con las políticas de otros ministerios y dependencias del Gabinete de Ciencia y Tecnología (GACTEC), organismo interministerial a cargo de la política de CyT. El Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECYT) actúa como consejo consultivo para mantener la coherencia de las políticas entre el gobierno federal y los provinciales y locales, y para salvaguardar los intereses regionales en la asignación de recursos del MINCYT. En marzo de 2013, el MINCYT presentó su plan estratégico de CTI, Argentina Innovadora 2020, que busca optimizar y articular los esfuerzos públicos y privados de CTI en el país.

Apuntando a las áreas y sectores prioritarios

Los fondos sectoriales constituyen la columna vertebral de la política argentina de CyT. La mayor parte del presupuesto de la ANPCYT se enfoca en las áreas estratégicas de conocimiento y los sectores de negocios identificados en el plan Argentina Innovadora 2020. El Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT) es un fideicomiso para apoyar la TIC, con el que Argentina espera desarrollar una ventaja comparativa. El FONARSEC apoya el desarrollo de tecnologías (p. ej., bio y nano tecnología) y sectores objetivo (p. ej., energía, salud y agroindustria).

Incremento general en el desarrollo de recursos humanos, habilidades y capacidades

Argentina gastó 1.12% de su PIB en educación superior en 2012, nivel cercano a la media de la OCDE (4[s]). Sin embargo, el desempeño en ciencias de los jóvenes de 15 años del país está muy por debajo de la media de la OCDE (4[v]) y apunta a deficiencias en la calidad de la educación. La participación de doctorados en ciencias e ingeniería se ubica también muy por debajo de la media de la OCDE (figura 4[w]). Para mejorar el suministro de recursos humanos para CTI, dos programas proporcionan hasta 30 000 becas de educación superior anuales para estudiantes de bajos ingresos: Becas Bicentenario y Becas TIC.

CONICET financia programas locales de doctorado y entrenamiento posdoctorado, y asigna subvenciones para apoyar la transferencia de conocimiento entre universidades y el sector privado. El gobierno también tiene programas enfocados a los migrantes argentinos. Con la introducción del programa RAICES en 2004 y 2013, más de 1 000 científicos regresaron

[1] Paridades de poder adquisitivo (Purchasing power parities).

a Argentina. Estos esfuerzos han conducido a un mayor suministro de investigadores más jóvenes, con un incremento en la participación de investigadores menores de 40 años de 41% en 2003 a cerca de 48% en 2011. Más aún, para mejorar el desempeño de los investigadores argentinos, los programas PITEC (Parque Industrial y Tecnológico) y PAE (Programa de Áreas Estratégicas) de ANPCYT apoyan asociaciones público-privadas enfocadas al incremento de la contribución de la investigación a la economía argentina, incluida la atención a los retos socioeconómicos apremiantes.

Algunos indicadores clave del desempeño en CTI

Figura 2. Desempeño en medio ambiente

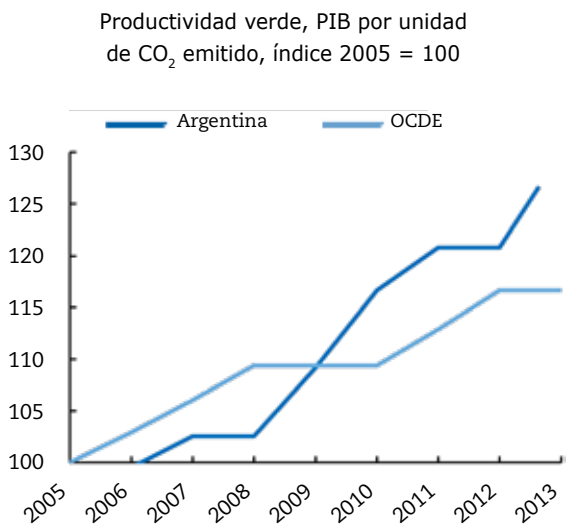
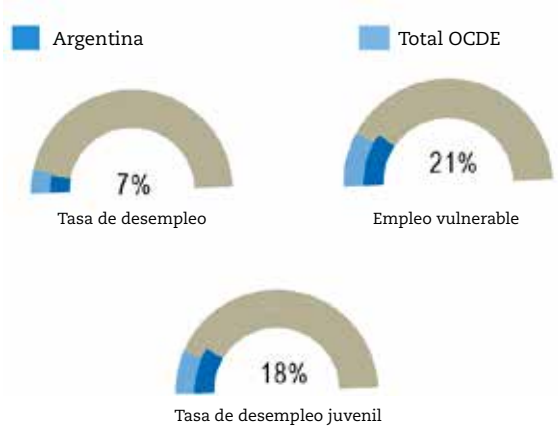


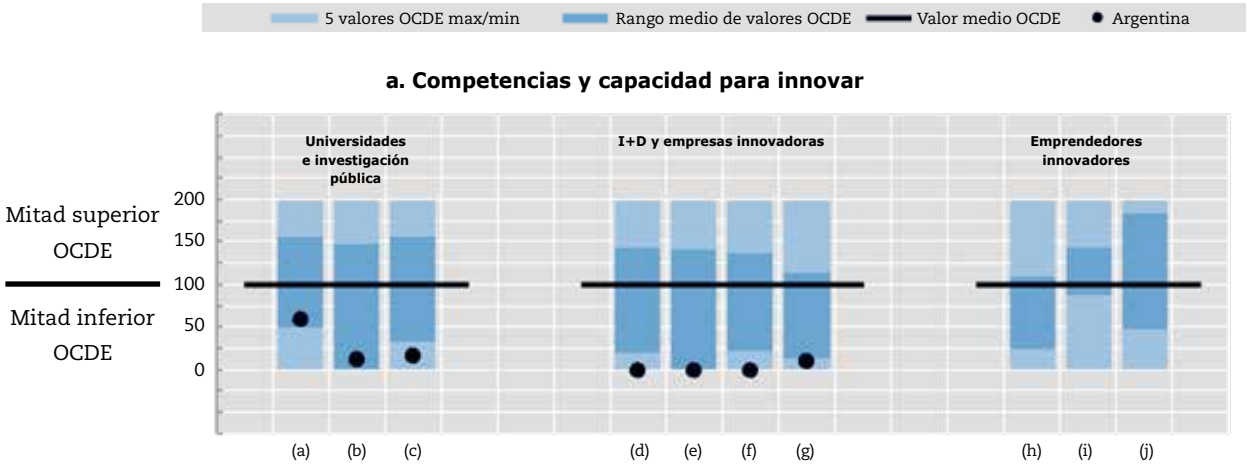
Figura 3. Desempleo 2015 o el año más reciente disponible



Referente de sistemas nacionales de CTI

Figura 4. Ciencia e innovación en Argentina

Desempeño comparativo de los sistemas nacionales de ciencia e innovación, 2016



(a) Gasto público en I+D (por PIB)

(b) 500 principales universidades (por PIB)

(c) Publicaciones en las principales revistas (por PIB)

(d) Gasto privado en I+D (por PIB)

(e) 500 principales inversionistas corporativos en I+D (por PIB)

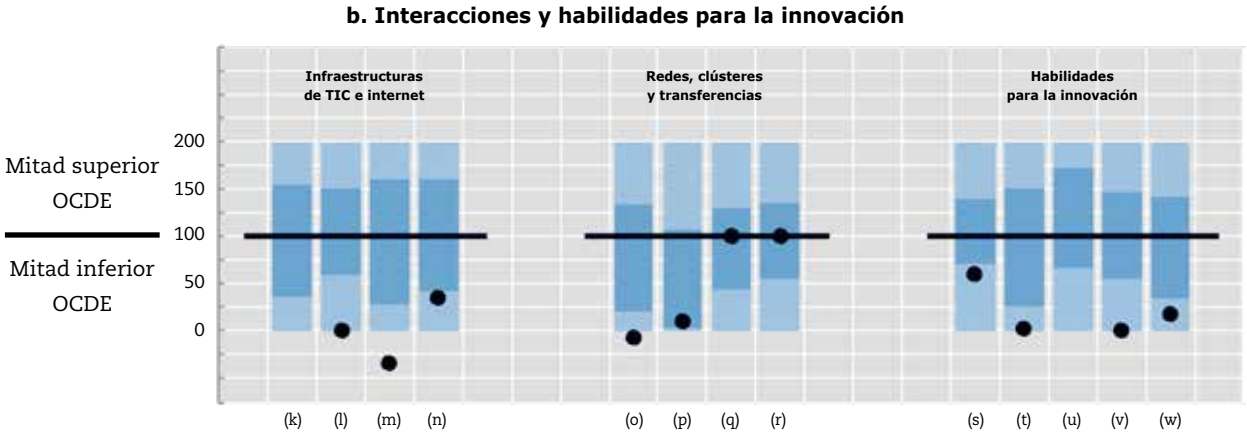
(f) Familias de patentes triádicas (por PIB)

(g) Marcas registradas (por PIB)

(h) Capital de riesgo (por PIB)

(i) Empresas jóvenes que patentan (por PIB)

(j) Índice de facilidad emprendedora



(k) Inversión en TIC (por PIB)

(l) Suscripciones fijas a banda ancha (por población)

(m) Suscripciones de banda ancha inalámbrica (por población)

(n) Índice de desarrollo de e-gobierno

(o) Gasto público en I+D financiado por la industria (por PIB)

(p) Patentes solicitadas por universidades y laboratorios públicos (por PIB)

(q) Coautorías internacionales (%)

(r) Coinvención internacional (%)

(s) Gasto en educación superior (por PIB)

(t) Nivel de educación superior de la población adulta

(u) Adultos con mejor desempeño en la solución de problemas tecnológicos (%)

(v) Jóvenes de 15 años con mejor desempeño en ciencias (%)

(w) Tasa de graduados en doctorado en ciencias e ingeniería (%)

Nota: Índice normalizado de desempeño relativo a los valores medios del área OCDE (valor medio del índice = 100). Considere que se utilizaron los valores de 2012 para el indicador de suscripciones a banda ancha inalámbrica (por población) en Argentina. Se compara con valores de diciembre de 2015 para los países de la OCDE.

Lo destacado del sistema argentino de CTI

Universidades e investigación pública

Aun cuando, en comparación con el valor medio de la OCDE, el gasto público argentino en I+D es bajo, 0.48% del PIB (figura 4[a]), es superior al de Chile (0.18%) y México (0.25%). Además de los esfuerzos para mejorar la base de habilidades ya mencionada, el MINCYT ha invertido en las necesidades de infraestructura para I+D del país. En 2013, como parte de su Plan de Trabajo para Ciencia y Tecnología, se completaron cuatro nuevos edificios con un total de 11 122 m^2 de infraestructura de I+D, incluidas las nuevas oficinas centrales del banco nacional de datos de ADN, y oficinas y laboratorios de nanotecnología. Esto representa un incremento de 17% en superficie de I+D en comparación con 2007.

Innovación en las empresas

Con un gasto de las empresas en I+D (GEID) de 0.12% del PIB en 2014, muy por debajo del valor medio de la OCDE (figura 4[d]), Argentina se queda atrás en innovación, patentes triádicas (figura 4[f]) y registros de marca (figura 4[g]). Para mejorar el desempeño de la innovación, los programas de gobierno se enfocan en áreas de conocimiento y sectores clave con el objeto de mejorar la calidad del capital humano para investigación e innovación, y la articulación entre investigación pública e industria. El MINCYT está evaluando los medios para medir la I+D privada; los resultados preliminares indican que el GEID se pudo haber subestimado.

Infraestructuras de TIC e internet

La infraestructura y uso de internet en Argentina son inferiores a los niveles de la OCDE (figura 4[l,n]). En 2012, aproximadamente 10.9% de los argentinos contaba con una suscripción fija de banda ancha, proporción mayor a la de Brasil (9.2%), pero menor a la de Chile (12.4%). El índice de desarrollo de e-gobierno de Argentina aún es bajo respecto al valor medio de la OCDE.

Clústeres y política regional

El gobierno pretende reducir la brecha regional en capacidad de CTI e incrementó la participación del GEID ejercido por las 19 provincias menos activas en I+D de 28% en 2011 a 37% en 2020. El COFECYT desembolsó 37 millones de dólares PPP (ARS 113 millones) en 2012 en este esfuerzo.

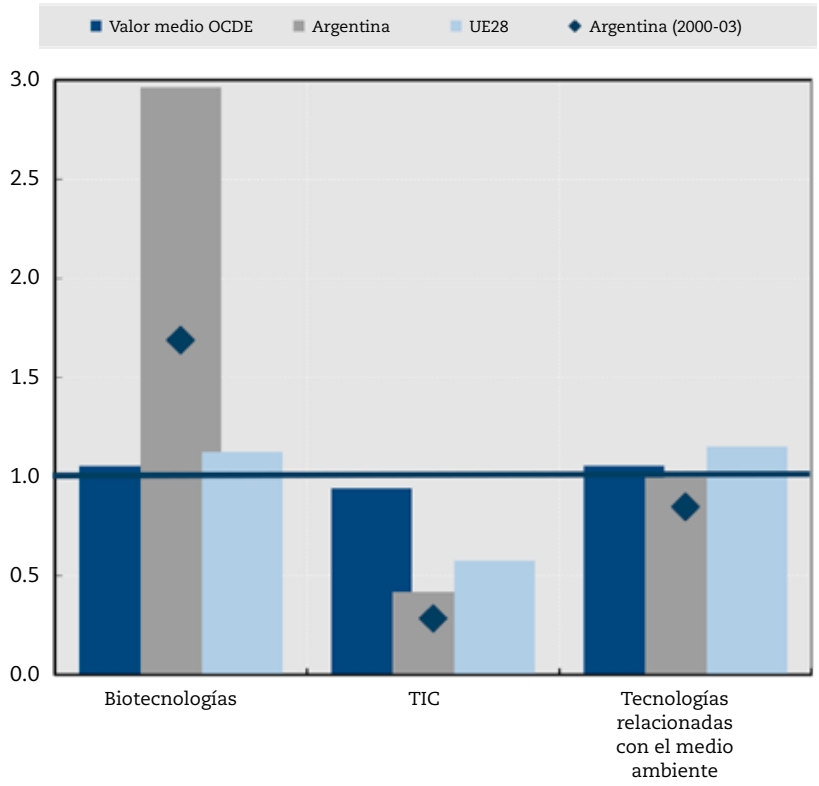
Globalización

El gobierno busca promover la cooperación internacional en CyT. Con este propósito, ha establecido alianzas e incrementado recientemente el número de proyectos y programas cooperativos con Brasil, Chile, México, Estados Unidos y Canadá, así como con Francia, Bélgica, Reino Unido, Alemania, los Países Bajos e Italia.

Aspectos estructurales y especialización

Figura 5. Ventaja tecnológica revelada en campos seleccionados, 2011-13

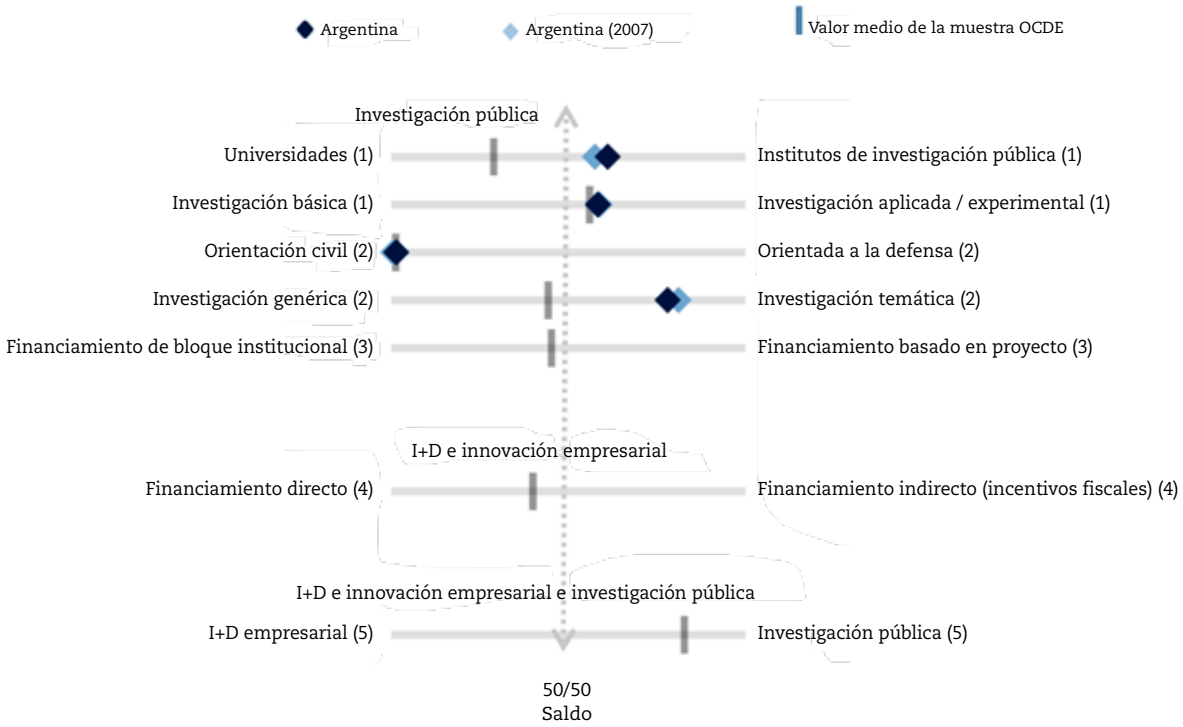
Índice basado en solicitudes de patentes de la familia IP5



Combinación de política nacional de la CTI

Figura 6. Asignación de fondos públicos para I+D, 2014 o año más reciente disponible

Por sector, tipo de I+D y forma de financiamiento



(1) Saldo como participación de la educación superior (GESID) y el gobierno (GIGID) en el gasto de I+D.

(2) Saldo como participación del total de asignaciones e inversiones del presupuesto de gobierno para I+D (AIPGID)

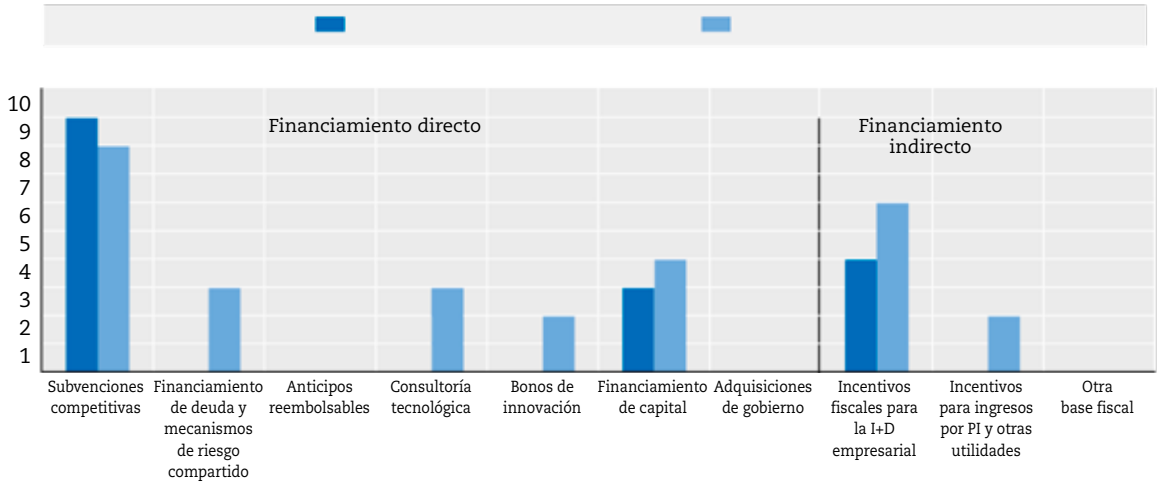
(3) Saldo como participación del financiamiento total a los actores nacionales.

(4) Saldo como participación del financiamiento indirecto (a través de incentivos fiscales para I+D) y del financiamiento directo (a través de subvenciones, suministro, préstamos, etc.).

(5) Saldo como participación de GESID y GIGID con financiamiento público y los componentes de (4).

Figura 7. Instrumentos de política más relevantes para el financiamiento de I+D empresarial, 2016

Autoevaluación del país, índice (9 = alta y creciente relevancia, 0 = no se usa)



Nota: La información de las políticas proviene de las respuestas de los países al *EC/OECD International Survey on STI Policies (STIP)* 2016 y 2014. Las respuestas de Argentina están disponibles en EC/OCDE International Database en STI Policies, edición 2016 en http://qdd.oecd.org/DATA/STIPSurvey/ARG...STIO_2016

Fuente: Consulte la guía de lectura y anexo metodológico.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433663

Referencias

Referencias generales

Dernis H., M. Dosso, F. Hervás, V. Millot, M. Squicciarini y A. Vezzani (2015), World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP bundles, A JRC and OECD common report, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2015), EU R&D Scoreboard: The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, Luxemburgo, http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html (consultado: 4 de octubre de 2016).

Flanagan, K., E. Uyarra y M. Laranja (2010), "The policy mix for innovation: rethinking innovation policy in a multilevel, multi-actor context", Munich Personal RePEc Archive (MPRA) No. 23567, julio.

IEA (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2015, OECD Publishing, París, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2015-en

Kergroach, S. (2010), "Monitoring innovation and policies: developing indicators for analysing the innovation policy mix", internal working document of the Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), OECD, París.

Kergroach, S., J. Chicot, C. Petroli, J. Pruess, C. van OOijen, N. Ono, I. Perianez-Forte, T. Watanabe, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-a), "Mapping the policy mix for innovation: the OECD STI Outlook and the EC/OECD International STIP Database", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

Kergroach, S., J. Pruess, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-b), "Measuring some aspects of the policy mix: exploring the EC/OECD International STI Policy Database for policy indicators", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*..

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en.

OECD (2016), OECD Economic Outlook, Volume 2016 Issue 1, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-1-en.

OECD (2016), OECD Country Reviews of Innovation Policy, www.oecd.org/sti/inno/oecdreviewsofinnovationpolicy.htm.

OECD (2015), Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en.

OECD (2015), OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234178-en.

OCDE (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015), Entrepreneurship at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2015-en.

OECD (2015), National Accounts at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/na_glance-2015-en.

OECD (2015), The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en.

OECD (2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en.

OECD (2014), OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

OECD (2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress: OECD Indicators, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264111356-en.

OECD (2010), "The Innovation Policy Mix", in OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-48-en.

OECD (2010), Measuring Innovation: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264059474-en.

OECD and SCImago Research Group (CSIC), (2014), Compendium of Bibliometric Science Indicators 2014, http://oe.cd/scientometrics.

Van Steen, J. (2012), "Modes of public funding of R&D: Towards internationally comparable indicators", OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2012/4, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k98ssns1gzs-en.

Bases de datos y fuentes de datos

Academic Ranking of World Universities (2016), "Shanghai ranking academic ranking of World universities", www.shanghairanking.com (consultado: 4 de octubre de 2016).

Bureau Van Dijk (2011), ORBIS Database, Bureau Van Dijk Electronic Publishing.

EC/OECD (forthcoming), International Database on Science, Technology and Innovation Policies (STIP), edition 2016, www.innovationpolicyplatform.org/ecoecd-stip-database.

Elsevier B. V. (2014), Elsevier Research Intelligence, www.elsevier.com/online-tools/research-intelligence/products-and-services/scival (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Education and Training Databases, junio, http://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/database (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Total intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and source of funds, abril, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdfund&lang=en, (consultado: 4 de octubre de 2016).

Graham, S., G. Hancock, A. Marco y A. Myers (2013), "The USPTO Trademark Case Files Dataset: Descriptions, Lessons, and Insights", SSRN Working Paper, http://ssrn.com/abstract=2188621.

IEA (International Energy Agency) (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion Database, www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html.

ILO (International Labour Organization) (2016), Key Indicators of the Labour Market database,

www.ilo.org/global/statistics-and-databases/research-and-databases/kilm/lang--en/index.htm, (consultado: 4 de octubre de 2016).

IMF (International Monetary Fund) (2016), World Economic Outlook (WEO) Databases, julio, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx (consultado: 4 de octubre de 2016).

ITU (International Telecommunication Union) (2016), World Telecommunication/ICT Indicators 2016, www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (consultado: 4 de octubre 2016).

OECD (2016), Activity of Multinational Enterprises (AMNE) Database, agosto, www.oecd.org/industry/ind/amne.htm.

OECD (2016), ANBERD Database, julio, www.oecd.org/sti/anberd.

OECD (2016), OECD Annual Labour Force Statistics Database, julio, www.oecd.org/employment/labour-stats/.

OECD (2016), Broadband Portal, agosto, www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm.

OECD (2016), OECD Education Databases, septiembre, http://gpseducation.oecd.org/

OECD (2016), Entrepreneurship Financing Database.

OECD (2016), Educational Attainment and Labour Force Status Database, https://data.oecd.org/education.htm.

OECD (2016), OECD Income Distribution Database, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm.

OECD (2016), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, junio, www.oecd.org/sti/msti.

OECD (2016), OECD National Accounts Databases, septiembre, www.oecd.org/std/na/.

OECD (2016), OECD/NESTI data collection on R&D tax incentives, julio, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm.

OECD (2016), Patent Database, junio, www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentdatabases.htm.

OECD (2016), Productivity Database, septiembre, www.oecd.org/std/productivity-stats.

OECD (2016), Programme of International Students Assessment (PISA) Database, OECD Education Statistics, junio, www.pisa.oecd.org.

OECD (2016) Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) Database, OECD Education Statistics, junio, www.oecd.org/skills/piaac/surveyofadultskills.htm.

OECD (2016), Research and Development Statistics (RDS) Database, abril, www.oecd.org/sti/rds.

OECD (2016), STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, junio, http://oe.cd/ipstats.

OECD (2014), Product Market Regulation (PMR) Database, marzo, www.oecd.org/economy/pmr.

OECD (2013), "Modes of public funding of R&D: Interim results from the second round of data collection on GBAORD", internal working document of the Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI), OECD, París.

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2016), Education Database, junio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UIS (2016), Science, Technology and Innovation Database, julio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UN (United Nations) (2016), UN e-Government Survey, United Nations, NY. https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016 (consultado: 4 de octubre de 2016).

World Bank (2016), World Development Indicators (WDI) Databank, http://wdi.worldbank.org

El presente documento y cualquier mapa incluido en él no afectan al estatus o la soberanía de ningún territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de ningún territorio, ciudad o área.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Brazil", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-49-en.

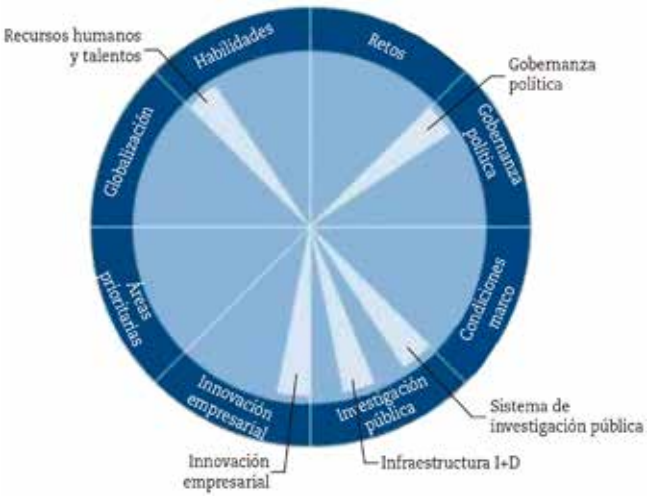
BRASIL

Aun cuando Brasil se mantiene como la séptima economía del mundo, el crecimiento se ha frenado durante los dos últimos años, ya que los precios de las materias primas, las actividades industriales y los servicios han disminuido. Para impulsar el rendimiento económico del país e incrementar la productividad a través de la innovación, el gobierno ha introducido una nueva legislación, así como la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ENCTI) 2016-19, que establece los principales retos para la política de CTI (véase más adelante). La estrategia apunta a un gasto interno bruto en investigación y desarrollo (GIBID) correspondiente a 2.0% del PIB en 2019.

Cuadro 1. Gasto interno bruto en I+D (GIBID)

	BRA	OCDE
GIBID		
Millones de USD PPP, 2013	39 705	1 181 495
Como % del total OCDE, 2013	3.5	100
Intensidad y crecimiento de GIBID		
Como % del PIB, 2013	1.24	2.38
(tasa de crecimiento anual, 2006-13)	(+3.3)	(+2.3)
GIBID con financiamiento público		
Como % del PIB, 2013	0.71	0.61
(tasa de crecimiento anual, 2006-13)	(+5.4)	(+2.5)

Figura 1. Principales prioridades de política de CTI, 2016



Temas candentes

Mejoras en la gobernanza del sistema y la política de innovación

El gobierno de Brasil ha introducido recientemente cambios significativos en la gobernanza de la CTI. En mayo de 2016, la administración fusionó los ministerios de Ciencias y

Telecomunicaciones para convertirse en el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (MCTIC). Ese mismo mes, lanzó una nueva Estrategia Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (ENCTI) 2016-19, que delinea los principales retos del país para la política de CTI: i) cerrar la brecha tecnológica con las economías desarrolladas; ii) fortalecer las capacidades institucionales para incrementar la productividad a través de la innovación; iii) reducir las inequidades sociales y regionales en el acceso al sistema nacional de innovación; iv) desarrollar soluciones innovadoras para la inclusión productiva y social; y v) promover el desarrollo sostenible. La ENCTI también asignó prioridades a diferentes sectores económicos y del conocimiento, a los que el gobierno considera que impulsarán el desarrollo nacional, no solo mediante la propuesta de soluciones a los problemas locales, sino también porque utilizan el potencial tecnológico, los recursos naturales y la capacidad industrial del país. Estos sectores son: defensa, agua, alimentos, biomasa y bioeconomía, ciencias y tecnología social, cambio climático, TIC, energía (incluida la nuclear), salud, y tecnologías convergentes y habilitadoras. El país continúa desarrollando su Sistema Tecnológico (SIBRATEC), con el objetivo de apoyar el desarrollo tecnológico de las empresas brasileñas mediante la promoción de actividades de CTI, incluida la inversión en I+D y la transferencia de tecnología. SibratecShop es un Programa de Laboratorio Abierto (PLA) que permite a las personas, con cualquier grado de habilidad, el uso de herramientas y equipos industriales para construir sus propios proyectos y convertir sus ideas en innovaciones. El PLA es una alianza entre el MCTIC, el Servicio Nacional de Institutos de Aprendizaje Industrial (SENAI) y el Servicio Brasileño de Apoyo a la Pequeña Empresa (SEBRAE).

Mejora general en recursos humanos y habilidades

El capital humano es un gran cuello de botella en el sistema brasileño de innovación. La proporción de población adulta con educación superior es muy baja (figura 4[t]), y el desempeño de los jóvenes de 15 años en ciencias es muy pobre (figura 4[v]), aunque hubo una marcada mejoría en la calificación PISA de la OCDE en el periodo 2003-12. Así pues, el sistema educativo necesita expandirse y mejorar. A través del Programa de Movilidad Científica de Brasil (Brazil Scientific Mobility Program, BSMP), antes "Ciencia sin Fronteras", Brasil ha patrocinado desde 2011 estudios de educación superior en disciplinas CTIM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en países extranjeros, notablemente en EUA, Canadá, RU, Francia y Alemania. Esta iniciativa tiene como objetivo otorgar 100 000 becas para ayudar a los estudiantes brasileños distinguidos a ingresar en las mejores universidades del mundo. Está financiada por la organización del gobierno federal llamada Coordinación de Capacitación de Personal de Alto Nivel (CAPES) y el Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico (Conselho Nacional de Pesquisa, CNPq), que forma parte del MCTIC. Además, recientemente se evaluó la demografía de los titulados de doctorado en Brasil para que sirvan de base para la evaluación de las políticas de posgrado y conocer el sistema utilizado por las universidades para asignar becas y subsidios.

Mejora de las transferencias de conocimiento directas e indirectas

En enero de 2016, Brasil aprobó una nueva Ley de Innovación (13.243/2016). La legislación introdujo una reforma integral del marco regulatorio para la interacción entre la investigación en los sectores público y privado, que constituyen el sistema nacional de innovación del país. En particular, autoriza la colaboración más libre de las instituciones

de educación superior (IES) e instituciones públicas de investigación (IPI) con las empresas, introduce incentivos fiscales para estimular la compra de equipo de investigación por parte de las PYME, y facilita la emisión de visas para personal extranjero de I+D y su contratación por empresas privadas. El programa brasileño de Servicios de Apoyo para Pequeñas Empresas (SEBRAE) promueve la movilidad de investigadores entre sectores para facilitar los flujos de conocimiento entre las universidades, las IPI y las PYME.

Fortalecimiento de la capacidad e infraestructura pública de I+D

Brasil tiene relativamente pocas universidad entre las 500 mejores del mundo (figura 4[b]). El producto de la investigación, medido por las publicaciones científicas en revistas del cuartil superior (figura 4[c]), es débil según los estándares de la OCDE, aunque la publicación de artículos brasileños de ciencia e ingeniería creció en 11.8% anual en promedio entre 2003 y 2013, de acuerdo con la Fundación Nacional de Ciencias de EUA. Sin embargo, el incremento fue menor que el de otras economías emergentes: China (18.9%) y también India (13.6%). El gobierno de Brasil sigue apoyando varias iniciativas que buscan desarrollar su red de IPI. Las IPI clave, como el Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) y el Centro Nacional para el Monitoreo y Alerta de Desastres Naturales (CEMADEN), siguen creciendo con apoyo del gobierno. El fondo sectorial CT-Infra apoya el mantenimiento, actualización y modernización de infraestructuras de investigación en CTI en IES e IPI y el desarrollo de sus alianzas con el sector empresarial.

Apoyo a la I+D e innovación empresarial

En relación con los países de la OCDE, Brasil es sede solamente de algunas de las empresas con mayores inversiones en I+D (figura 4e). Aunque está a la vanguardia en campos de alta tecnología, como la extracción de petróleo en aguas profundas, este liderazgo en innovación no ha llegado al resto de la economía brasileña. Más aún, el desempeño del país en innovación no tecnológica, medido por el registro de marcas, es muy débil (figura 4[g]). La autoridad Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) tiene como objetivo elevar el nivel de I+D en las empresas a través del Plan de Innovación Empresarial (Plano Inova Empresa), que impulsa aquellos proyectos que corren mayores riesgos tecnológicos, mediante la combinación del financiamiento crediticio con subsidios a fondo perdido y financiamiento de capital, entre otras medidas de apoyo. En tanto que el plan asignó 10.7 miles de millones de dólares PPP (18.5 miles de millones de reales brasileños, BRL) en 2014 para inversiones empresariales en innovación de productos y procesos, el presupuesto se incrementó a 13.4 miles de millones de dólares PPP (BRL 22.7 miles de millones) en 2015. La Asociación Brasileña de Investigación e Innovación Industrial (EMBRAPII) promueve la rapidez, flexibilidad y reducción de riesgos en I+D y en proyectos de innovación realizados por empresas. Los subsidios a fondo perdido que administra la EMBRAPII se invierten en proyectos realizados por empresas e instituciones de investigación reconocidas por su excelencia, su enfoque tecnológico y su capacidad para cubrir los requerimientos de I+D de las empresas. La asociación se apoya en la cooperación de instituciones de investigación públicas y privadas acreditadas como unidades de investigación de EMBRAPII. Estas unidades se enfocan en las necesidades del sector privado y buscan dispersar los riesgos de los proyectos de innovación que se encuentran en etapas precompetitivas.

Algunos indicadores clave del desempeño en CTI

Figura 2. Desempeño en medio ambiente

Productividad verde, PIB por unidad de CO_2 emitido, índice 2005 = 100

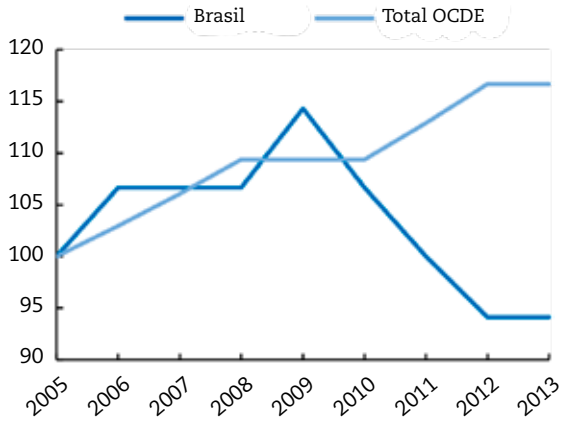
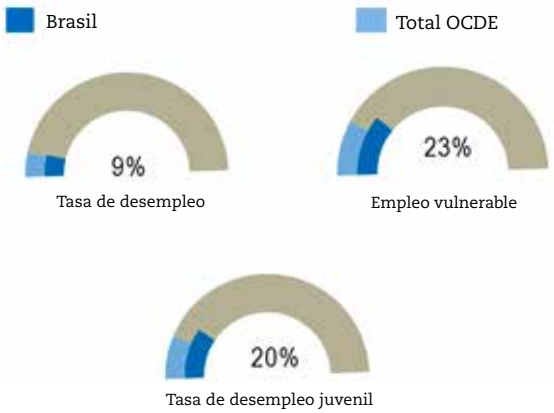


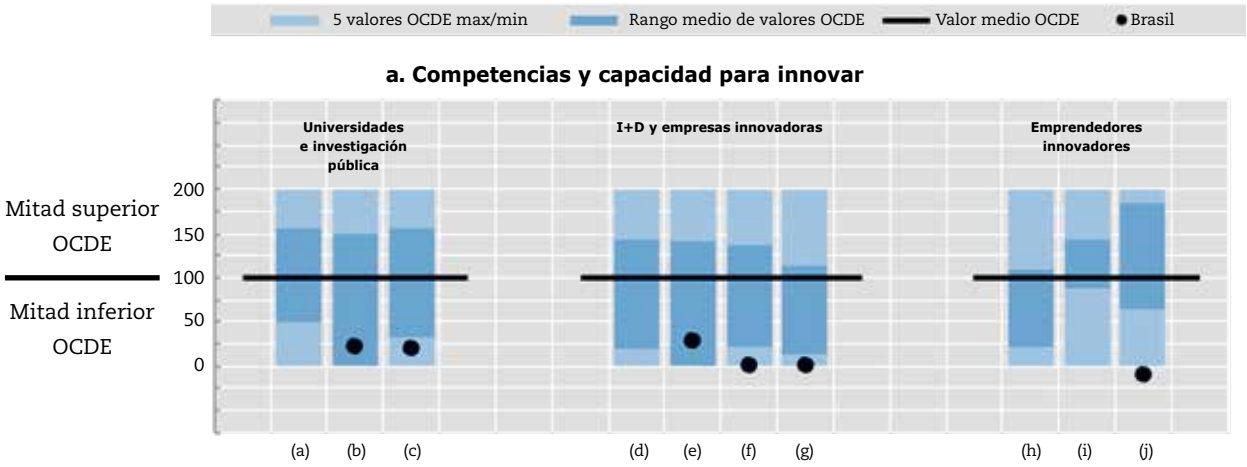
Figura 3. Desempleo 2015 o el año más reciente disponible



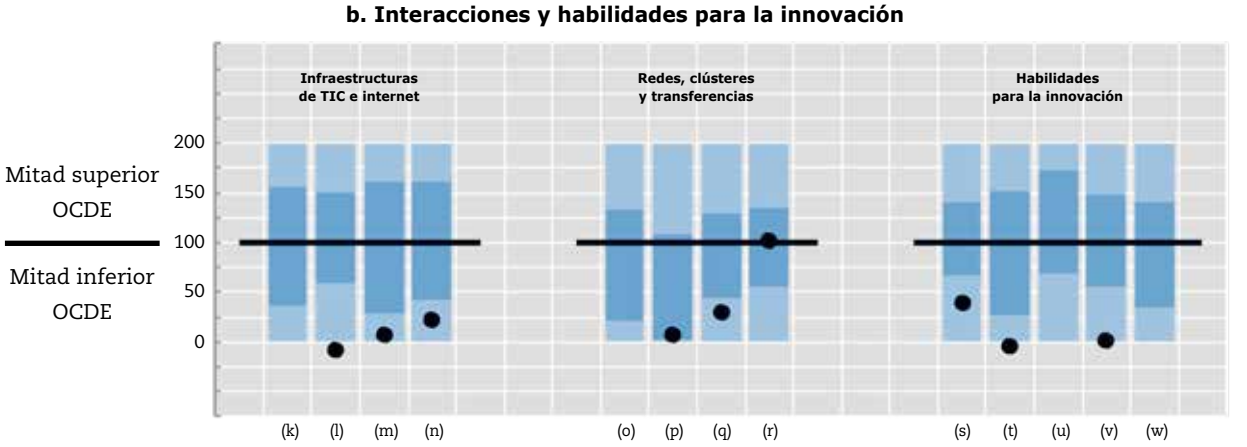
Referente de sistemas nacionales de CTI

Figura 4. Ciencia e innovación en Brasil

Desempeño comparativo de los sistemas nacionales de ciencia e innovación, 2016



(a) Gasto público en I+D (por PIB)
(b) 500 principales universidades (por PIB)
(c) Publicaciones en las principales revistas (por PIB)
(d) Gasto privado en I+D (por PIB)
(e) 500 principales inversionistas corporativos en I+D (por PIB)
(f) Familias de patentes triádicas (por PIB)
(g) Marcas registradas (por PIB)
(h) Capital de riesgo (por PIB)
(i) Empresas jóvenes que patentan (por PIB)
(j) Índice de facilidad emprendedora



(k) Inversión en TIC (por PIB)
(l) Suscripciones fijas a banda ancha (por población)
(m) Suscripciones de banda ancha inalámbrica (por población)
(n) Índice de desarrollo de e-gobierno
(o) Gasto público en I+D financiado por la industria (por PIB)
(p) Patentes solicitadas por universidades y laboratorios públicos (por PIB)
(q) Coautorías internacionales (%)
(r) Coinvención internacional (%)
(s) Gasto en educación superior (por PIB)
(t) Nivel de educación superior de la población adulta
(u) Adultos con mejor desempeño en la solución de problemas tecnológicos (%)
(v) Jóvenes de 15 años con mejor desempeño en ciencias (%)
(w) Tasa de graduados en doctorado en ciencias e ingeniería (%)

Nota: Índice normalizado de desempeño relativo a los valores medios del área OCDE (valor medio del índice = 100).

Lo destacado del sistema brasileño de CTI

Nuevas fuentes de crecimiento

La ENCTI (Estrategia Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación) busca fortalecer su ventaja comparativa en diversos sectores tecnológicos, incluida la economía "verde". Entre las tecnologías ambientales, Brasil tiene una ventaja tecnológica revelada (VTR) sobre el promedio BRIICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China, Sudáfrica), pero inferior al valor medio de la OCDE. En biotecnología, Brasil muestra ventaja respecto a la OCDE, así como a BRIICS (figura 5). En 2013, el gobierno lanzó la Iniciativa Brasileña de Nanotecnología (IBN), que reforzó el Programa Nacional de Nanotecnología de 2004. Con un presupuesto anual estimado de 60 millones de dólares PPP (BRL 100 millones), la iniciativa tiene como objetivo principal apoyar las actividades de I+D en los laboratorios de nanotecnología que conforman el Sistema Nacional de Nanotecnología (SisNANO) de Brasil, al poner estas instalaciones a disposición de IES y empresas.

Nuevos retos

Brasil disfruta de extensos recursos naturales y una rica biodiversidad, lo que significa que también es vulnerable a la variabilidad climática extrema. En 2011, Brasil liberó su Programa de Biodiversidad y Recursos Naturales, cuya meta es desarrollar productos, procesos y servicios que agreguen valor a su biodiversidad. El programa también busca apoyar el desarrollo de prácticas administrativas efectivas. En paralelo, el país invirtió en un Sistema para el Monitoreo y Observación de los Impactos del Cambio Climático (SISMOI), que actúa como plataforma para que los diseñadores de políticas y la sociedad civil tengan acceso a datos y análisis, y para apoyar una gobernanza bien informada. Brasil también enfrenta importantes retos sociales relacionados con la inequidad en el ingreso y la pobreza. Las tasas de desempleo juvenil y empleo vulnerable del país son altas para los estándares de la OCDE. El Programa de Inclusión Digital tiene como objetivo garantizar a la gente pobre acceso a las TIC mediante la capacitación y calificación profesional. Planea la creación de Centros de Acceso para el Desarrollo Social Tecnológico (CATI), donde la gente puede mejorar sus habilidades profesionales, adquirir conocimientos y acceder a información científica. El CATI también ayuda a construir ambientes de trabajo colaborativo en internet. El Programa de Inclusión Digital alinea las infraestructuras de TIC para optimizar su utilización y financiamiento. Finalmente, el programa de Conexión de Infraestructura para la Convergencia Digital Social trabaja para fortalecer los proyectos de inclusión social, especialmente en educación, seguridad y salud.

Emprendedurismo innovador

El gobierno ha enfatizado fuertemente el apoyo a la comercialización de la innovación tecnológica. La autoridad de financiamiento de FINEP asigna fondos para apoyar incubadoras y parques tecnológicos, así como empresas residentes. Para estimular el emprendedurismo innovador, diversas iniciativas de FINEP otorgan financiamiento a las PYME, principalmente en forma de subsidios. Por ejemplo, el Programa de Primera Empresa Innovadora (PRIME) apoya empresas nuevas con menos de dos años de antigüedad con hasta 71 000 dólares PPP (BRL 120 000). Inovar busca promover capital de riesgo para empresas basadas en la tecnología, para desarrollar programas de capacitación de agentes

de capital de riesgo y para fondear incubadoras. Inovacred, a su vez, tiene como objetivo otorgar hasta 47.5 millones de dólares PPP (BRL 80 millones) para el fondeo de actividades de innovación en empresas con ventas anuales por debajo de 53.4 millones de dólares PPP (BRL 90 millones).

Infraestructuras de TIC e internet

Aun cuando el país está retrasado en materia de acceso a internet (figura 4[l]), ha experimentado un rápido crecimiento en suscripciones de banda ancha fija e inalámbrica, p. ej., 79 y 825%, respectivamente, de 2010 a 2014. En 2014, la ley que rige la TIC fue revisada para extender varios incentivos fiscales para la promoción de la I+D en el sector de la TIC hasta 2029. Al amparo de la ley revisada, el gobierno brasileño espera colocar 4.25 mil millones de dólares PPP (BRL 7 mil millones) en incentivos fiscales y otras formas de apoyo para la inversión privada en TIC. Más aún, con un presupuesto de 35.6 millones de dólares PPP (BRL 60 millones) en 2013, FINEP introdujo un programa para asignar recursos a fondo perdido para la inversión de las empresas en I+D sobre TIC (*TI Maior*).

Clústeres y políticas regionales

Dieciséis fondos sectoriales de FINEP otorgan subsidios competitivos para promover la I+D y fortalecer la cooperación entre IES, IPI y empresas en sectores clave, incluidos el aeronáutico, agronegocios, biotecnología, TIC y salud. Cada uno de los fondos lo administra un órgano de gobierno conformado por representantes sectoriales de la empresa, la academia y el gobierno, y es responsable de establecer una estrategia a largo plazo, definir prioridades y vigilar acciones. Los arreglos productivos locales (PPI-APL) ofrecen financiamiento para actividades de CyT y asistencia tecnológica y servicios para las empresas. El Programa Nacional de Incubadoras y Parques Tecnológicos (PNI) tiene como objetivo crear nuevas empresas y brindar apoyo a las redes de incubadoras estatales y regionales.

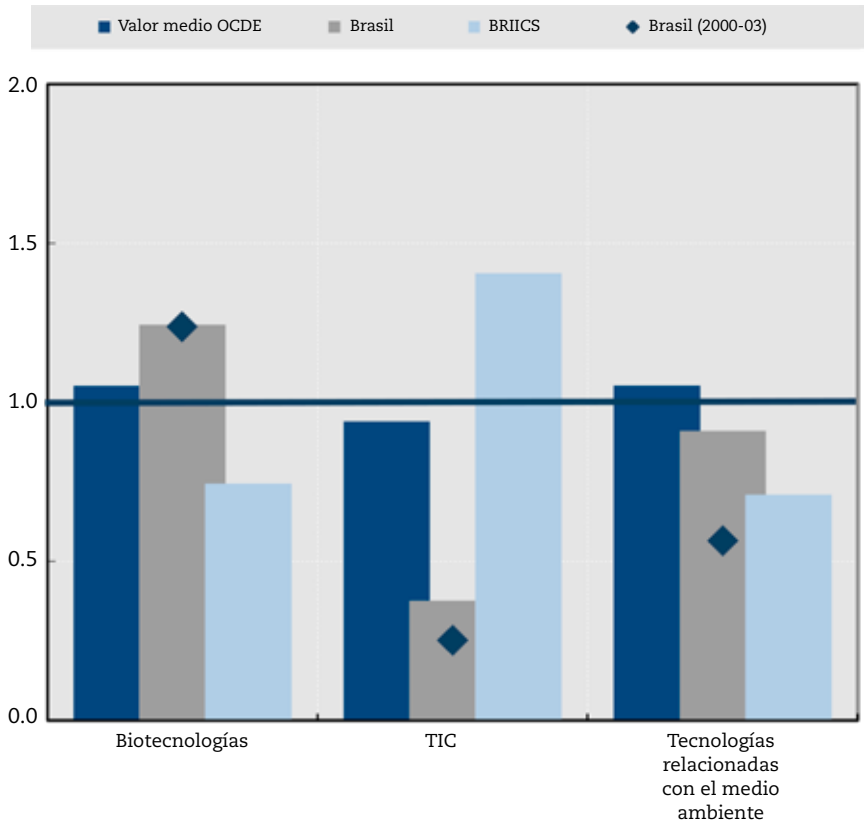
Globalización

Brasil tiene un nivel débil de cooperación científica internacional, como se refleja en su baja participación en artículos científicos en coautoría internacional y copatentes internacionales (figura 4[q,r]). En el ámbito académico, MCTIC, FINEP, CNPq, CAPES y las IES han dedicado esfuerzos para internacionalizar más sus actividades. En el sector empresarial, la Iniciativa de Planeación para la Internacionalización (Planejando para Internacionalizar), de SEBRAE, sigue siendo el principal programa que brinda apoyo para la expansión de las pequeñas empresas y su acceso a mercados internacionales. Asimismo, el Comité Inter-Ministerial Por-Innovación actúa como ventanilla única para que las empresas obtengan información acerca de los diversos instrumentos de apoyo disponibles en los diferentes ministerios y agencias. Además de estos, no se ha implementado ninguna iniciativa importante recientemente.

Aspectos estructurales y especialización

Figura 5. Ventaja tecnológica revelada en campos seleccionados, 2011-13

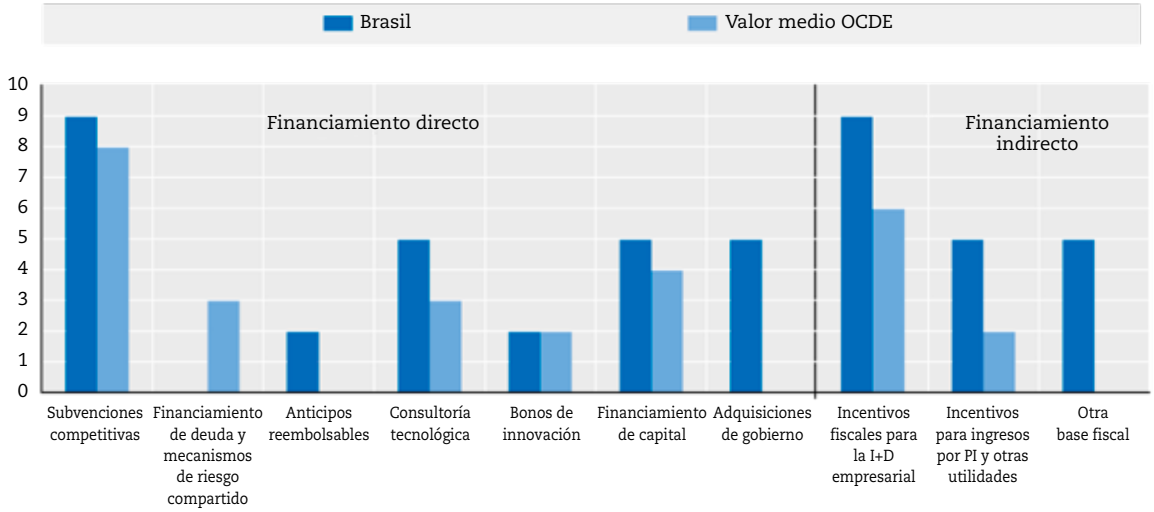
Índice basado en solicitudes de patentes de la familia IP5



Combinación de política nacional de la CTI

Figura 6. Instrumentos de política más relevantes para el financiamiento de I+D empresarial, 2016

Autoevaluación del país, índice (9 = alta y creciente relevancia, 0 = no se usa)



Nota: La información de las políticas proviene de las respuestas de los países al *EC/OECD International Survey on STI Policies (STIP)* 2016 y 2014. Las respuestas de Brasil están disponibles en EC/OCDE International Database en STI Policies, edición 2016 en http://qdd.oecd.org/DATA/STIPSurvey/BRA...STIO_2016

Fuente: Consulte la guía de lectura y anexo metodológico.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433692

Referencias

Referencias generales

Dernis H., M. Dosso, F. Hervás, V. Millot, M. Squicciarini y A. Vezzani (2015), World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP bundles, A JRC and OECD common report, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2015), EU R&D Scoreboard: The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, Luxemburgo, http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html (consultado: 4 de octubre de 2016).

Flanagan, K., E. Uyarra y M. Laranja (2010), "The policy mix for innovation: rethinking innovation policy in a multilevel, multi-actor context", Munich Personal RePEc Archive (MPRA) No. 23567, julio.

IEA (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2015, OECD Publishing, París, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2015-en

Kergroach, S. (2010), "Monitoring innovation and policies: developing indicators for analysing the innovation policy mix", internal working document of the Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), OECD, París.

Kergroach, S., J. Chicot, C. Petroli, J. Pruess, C. van OOijen, N. Ono, I. Perianez-Forte, T. Watanabe, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-a), "Mapping the policy mix for innovation: the OECD STI

Outlook and the EC/OECD International STIP Database", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

Kergroach, S., J. Pruess, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-b), "Measuring some aspects of the policy mix: exploring the EC/OECD International STI Policy Database for policy indicators", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en.

OECD (2016), OECD Economic Outlook, Volume 2016 Issue 1, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-1-en.

OECD (2016), OECD Country Reviews of Innovation Policy, www.oecd.org/sti/inno/oecdreviewsofinnovationpolicy.htm.

OECD (2015), Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en.

OECD (2015), OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234178-en.

OCDE (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015), Entrepreneurship at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2015-en.

OECD (2015), National Accounts at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/na_glance-2015-en.

OECD (2015), The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en.

OECD (2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en.

OECD (2014), OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

OECD (2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress: OECD Indicators, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264111356-en.

OECD (2010), "The Innovation Policy Mix", in OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-48-en.

OECD (2010), Measuring Innovation: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264059474-en.

OECD and SCImago Research Group (CSIC), (2014), Compendium of Bibliometric Science Indicators 2014, http://oe.cd/scientometrics.

Van Steen, J. (2012), "Modes of public funding of R&D: Towards internationally comparable indicators", OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2012/4, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k98ssns1gzs-en.

Bases de datos y fuentes de datos

Academic Ranking of World Universities (2016), "Shanghai ranking academic ranking of World universities", www.shanghairanking.com (consultado: 4 de octubre de 2016).

Bureau Van Dijk (2011), ORBIS Database, Bureau Van Dijk Electronic Publishing.

EC/OECD (forthcoming), International Database on Science, Technology and Innovation Policies (STIP), edition 2016, www.innovationpolicyplatform.org/ecoecd-stip-database.

Elsevier B.V. (2014), Elsevier Research Intelligence, www.elsevier.com/online-tools/research-intelligence/products-and-services/scival (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Education and Training Databases, junio, http://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/database (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Total intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and source of funds, abril, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdfund&lang=en (consultado: 4 de octubre de 2016).

Graham, S., G. Hancock, A. Marco y A. Myers (2013), "The USPTO Trademark Case Files Dataset: Descriptions, Lessons, and Insights", SSRN Working Paper, http://ssrn.com/abstract=2188621.

IEA (International Energy Agency) (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion Database, www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html.

ILO (International Labour Organization) (2016), Key Indicators of the Labour Market database, www.ilo.org/global/statistics-and-databases/research-and-databases/kilm/lang--en/index.htm, (consultado: 4 de octubre de 2016).

IMF (International Monetary Fund) (2016), World Economic Outlook (WEO) Databases, julio, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx (consultado: 4 de octubre de 2016).

ITU (International Telecommunication Union) (2016), World Telecommunication/ICT Indicators 2016, www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (consultado: 4 de octubre 2016).

OECD (2016), Activity of Multinational Enterprises (AMNE) Database, agosto, www.oecd.org/industry/ind/amne.htm.

OECD (2016), ANBERD Database, julio, www.oecd.org/sti/anberd.

OECD (2016), OECD Annual Labour Force Statistics Database, julio, www.oecd.org/employment/labour-stats/.

OECD (2016), Broadband Portal, agosto, www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm.

OECD (2016), OECD Education Databases, septiembre, http://gpseducation.oecd.org/

OECD (2016), Entrepreneurship Financing Database.

OECD (2016), Educational Attainment and Labour Force Status Database, https://data.oecd.org/education.htm.

OECD (2016), OECD Income Distribution Database, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm.

OECD (2016), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, junio, www.oecd.org/sti/msti.

OECD (2016), OECD National Accounts Databases, septiembre, www.oecd.org/std/na/.

OECD (2016), OECD/NESTI data collection on R&D tax incentives, julio, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm.

OECD (2016), Patent Database, junio, www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentdatabases.htm.

OECD (2016), Productivity Database, septiembre, www.oecd.org/std/productivity-stats.

OECD (2016), Programme of International Students Assessment (PISA) Database, OECD Education Statistics, junio, www.pisa.oecd.org.

OECD (2016) Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) Database, OECD Education Statistics, junio, www.oecd.org/skills/piaac/surveyofadultskills.htm.

OECD (2016), Research and Development Statistics (RDS) Database, abril, www.oecd.org/sti/rds.

OECD (2016), STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, junio, http://oe.cd/ipstats.

OECD (2014), Product Market Regulation (PMR) Database, marzo, www.oecd.org/economy/pmr.

OECD (2013), "Modes of public funding of R&D: Interim results from the second round of data collection on GBAORD", internal working document of the Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI), OECD, París.

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2016), Education Database, junio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UIS (2016), Science, Technology and Innovation Database, July, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UN (United Nations) (2016), UN e-Government Survey, United Nations, NY., https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016 (consultado: 4 de octubre de 2016).

World Bank (2016), World Development Indicators (WDI) Databank, http://wdi.worldbank.org

El presente documento y cualquier mapa incluido en él no afectan al estatus o la soberanía de ningún territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de ningún territorio, ciudad o área.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Chile", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-51-en.

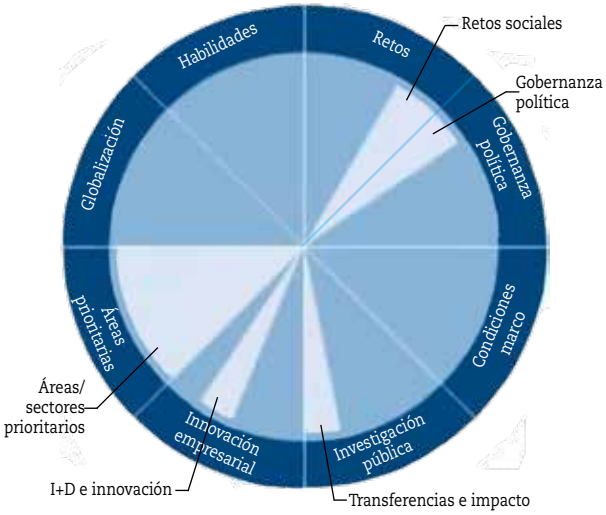
CHILE

Si bien Chile mostró un crecimiento económico resiliente a pesar de la disminución de los precios de las materias primas, el país necesitará diversificar aún más su economía para sostener esto. Durante el periodo 2011-14, el crecimiento de la productividad en Chile superó el promedio del área OCDE. El factor de productividad total ha crecido especialmente fuera del sector minero de uso intensivo de capital. Sin embargo, el país sigue luchando con un sistema de innovación fragmentado. Más aún, Chile muestra una persistente y limitada movilidad social y gran inequidad, lo que impide que los individuos y comunidades de bajos ingresos en las regiones más atrasadas participen en actividades de innovación. El país ha introducido políticas de CTI (ciencia, tecnología e innovación) para enfrentar estos retos. En particular, la nueva Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento (APIC) 2014-18 del gobierno ayudará a fortalecer la innovación como motor de crecimiento clave.

Cuadro 1. Gasto interno bruto en I+D (GIBID)

	CHL	OCDE
GIBID		
Millones de USD PPP, 2014	1 487	1 181 495
Como % del total OCDE, 2014	0.1	100
Intensidad y crecimiento de GIBID		
Como % del PIB, 2014	0.38	2.38
(tasa de crecimiento anual, 2009-14)	(+6.0)	(+2.3)
GIBID con financiamiento público		
Como % del PIB, 2014	0.20	0.61
(tasa de crecimiento anual, 2009-14)	(+5.2)	(+2.5)

Figura 1. Principales prioridades de política de CTI, 2016



Temas candentes

Apoyo a la I+D e innovación empresarial

Aunque el GEID (gasto de las empresas en I+D) como porcentaje del PIB está por debajo del valor medio de la OCDE (figura 5[d]), creció a una tasa anual de 9% durante el periodo 2009-14; 9% del GEID se financió con recursos públicos en 2014, porcentaje menor que 18.5% en 2009 y cerca del promedio de la OCDE (7.2%). El desempeño en innovación empresarial de Chile está muy por debajo del valor medio de la OCDE (figura 5[f,g]), en particular entre las PYME (figura 5[i,j]). En 2012, el gobierno modificó su marco de créditos fiscales para I+D para promover mayor inversión privada en I+D. El uso de este incentivo creció de 13.4 millones de dólares PPP (CLP 4745 millones) en 2012 a 52.2 millones de dólares PPP (CLP 19116 millones en 2013. En 2015, el gobierno se planteó lograr 87% de incremento en el número de empresas beneficiadas con estos subsidios, en comparación con 2013.

Mejoras en la gobernanza del sistema y la política de innovación

En agosto de 2014, el Ministerio de Economía, Desarrollo y Turismo (MEDT) de Chile lanzó el Plan de Innovación 2014-18, que actualmente guía las acciones de las instituciones de CTI. El plan establece diversos retos que deben abordarse y recomienda el fortalecimiento de las estructuras de gobernanza de la CTI. En enero de 2015, poco después de que el actual gobierno chileno tomara posesión, una Comisión para el Desarrollo Científico presentó una propuesta para fortalecer la CTI en Chile. La implementación de la nueva Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento (APIC) 2014-18 será coordinada por el MEDT con la participación de otros ministerios y servicios estatales. Al igual que el Plan de Innovación, la APIC fomenta la diversificación de la producción, promueve sectores con alto potencial de crecimiento (véase más adelante), impulsa la productividad y competitividad empresarial, y apoya el crecimiento de las exportaciones.

Apuntando a las áreas/sectores prioritarios

En comparación con los países de la OCDE y UE-28, Chile tiene una posición fuerte en bio y nanotecnologías y tecnologías relacionadas con el medio ambiente. Como parte de la APIC, el gobierno chileno introdujo una Estrategia Inteligente de Especialización con el objetivo de desarrollar la colaboración público-privada en áreas económicas estratégicas para diversificar la estructura económica del país. Estas incluyen: alimentos y agricultura, manufactura, construcción, salud, turismo y entretenimiento.

Atención a retos sociales (p. ej., la inclusividad)

El gobierno de Chile da prioridad a la promoción de iniciativas que generen inclusividad social, laboral y ambiental a través de la innovación. Con este propósito introdujo el programa de Prototipos de Innovación Social para desarrollar pruebas de concepto y prototipos de nuevas soluciones a los retos que enfrentan las regiones de Chile mediante el uso de la innovación abierta. El programa identifica los principales retos de una región y emite una convocatoria abierta para proponer innovaciones que los resuelvan, estimulando la innovación entre individuos y empresas locales, universidades y otras organizaciones.

Mejoras en la transferencia de ciencia y sus retornos e impactos

El sistema de investigación pública de Chile tiene un presupuesto reducido; algunas universidades están entre las instituciones líderes en el mundo, y hay pocas publicaciones internacionales en relación con el PIB según los estándares de la OCDE (figura 5[a,b,c]). Sin embargo, 39% del GIBID chileno ejercido por las IES (instituciones de educación superior) en 2014 estuvo muy por encima del promedio de la OCDE (27%), debido a la importancia de las IES en el sistema de innovación. El gobierno sigue dedicando esfuerzos a capitalizar los retornos de una base científica más bien limitada. En 2014, introdujo un esquema de bonos de innovación para profundizar los enlaces entre empresas y proveedores de conocimiento y para apoyar la comercialización de la investigación pública. La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) del país también ha seguido apoyando la creación de nuevas oficinas de transferencia de tecnología (OTT) en IES e IPI (instituciones públicas de investigación) (véase más adelante).

Algunos indicadores clave del desempeño en CTI

Figura 2. Desempeño económico

Productividad laboral, PIB por hora trabajada, índice 2005 = 100

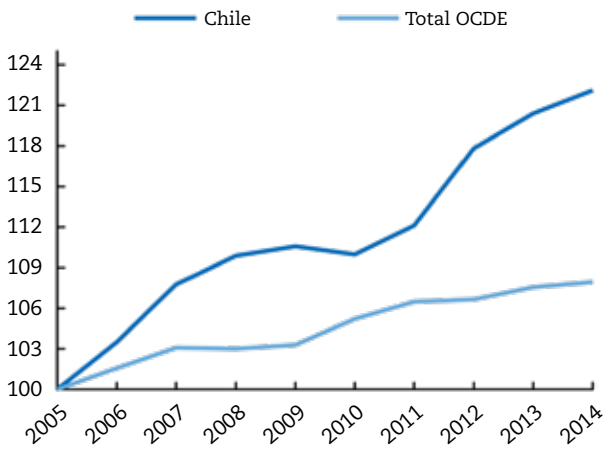


Figura 3. Desempeño en medio ambiente

Productividad verde, PIB por unidad de CO_2 emitido, índice 2005 = 100

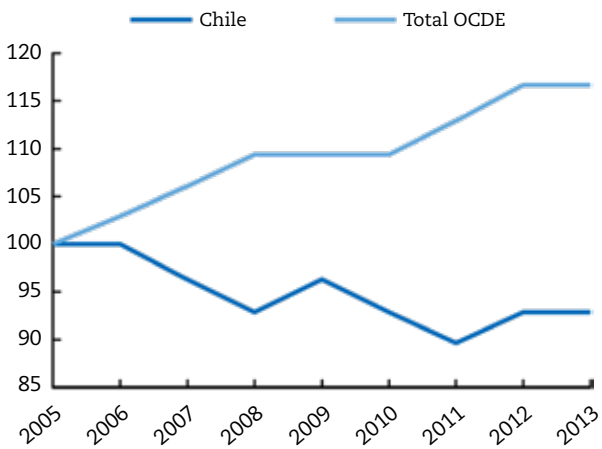
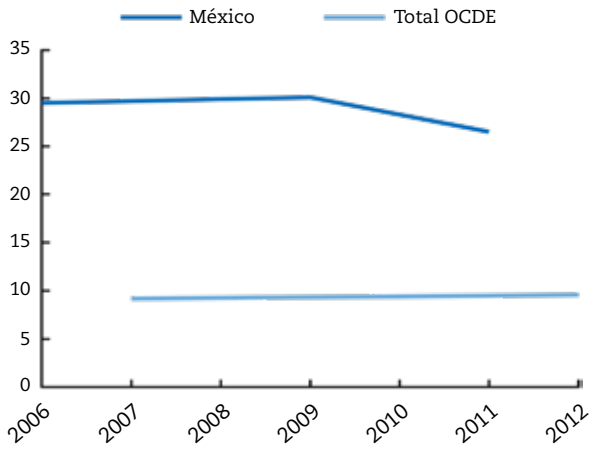


Figura 4. Inequidad en el ingreso

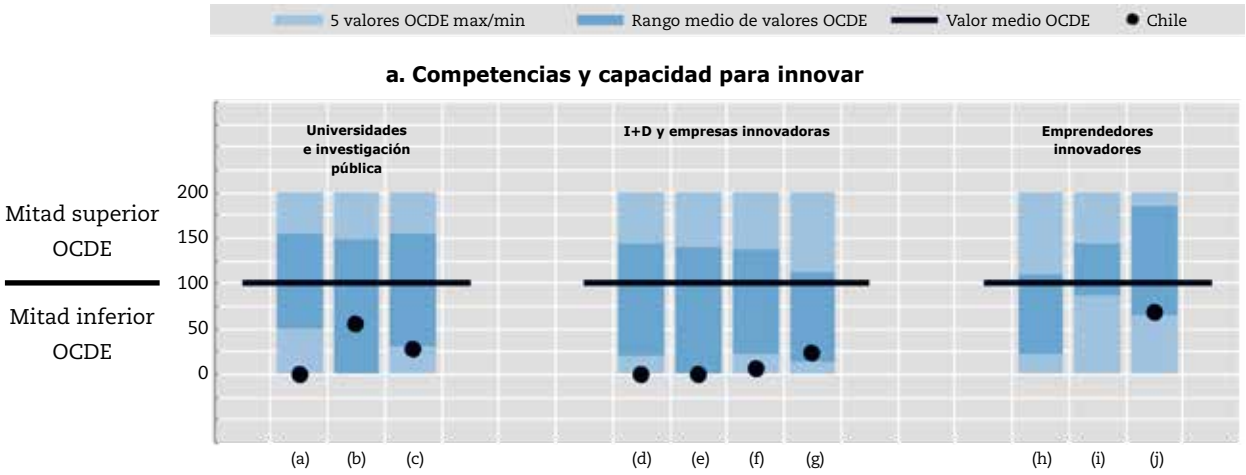
Relación de ingreso real utilizable neto por hogar, entre el decil más alto y el primer decil



Referente de sistemas nacionales de CTI

Figura 5. Ciencia e innovación en Chile

Desempeño comparativo de los sistemas nacionales de ciencia e innovación, 2016



(a) Gasto público en I+D (por PIB)

(b) 500 principales universidades (por PIB)

(c) Publicaciones en las principales revistas (por PIB)

(d) Gasto privado en I+D (por PIB)

(e) 500 principales inversionistas corporativos en I+D (por PIB)

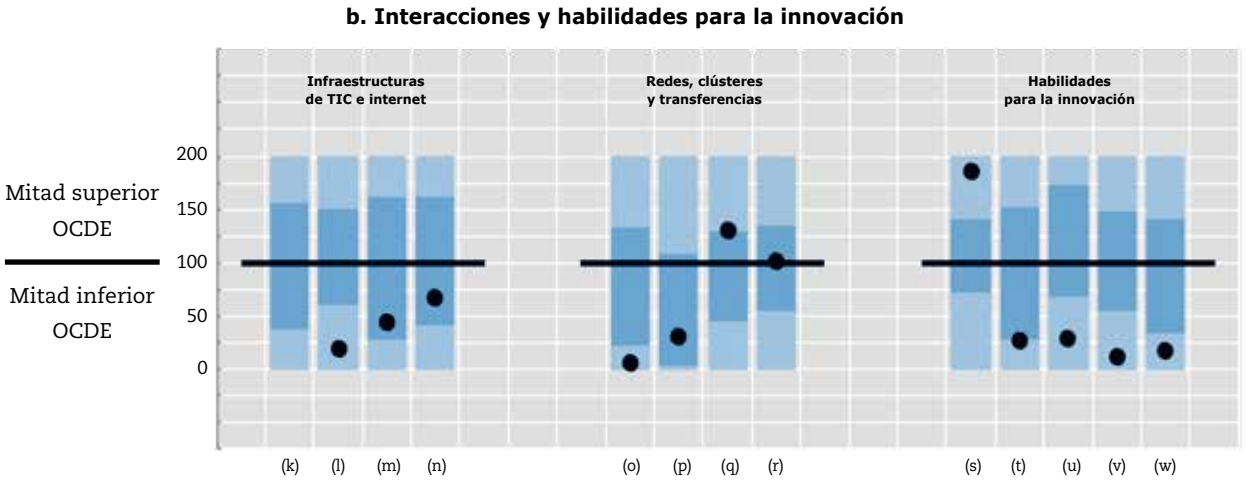
(f) Familias de patentes triádicas (por PIB)

(g) Marcas registradas (por PIB)

(h) Capital de riesgo (por PIB)

(i) Empresas jóvenes que patentan (por PIB)

(j) Índice de facilidad emprendedora



(k) Inversión en TIC (por PIB)

(l) Suscripciones fijas a banda ancha (por población)

(m) Suscripciones de banda ancha inalámbrica (por población)

(n) Índice de desarrollo de e-gobierno

(o) Gasto público en I+D financiado por la industria (por PIB)

(p) Patentes solicitadas por universidades y laboratorios públicos (por PIB)

(q) Coautorías internacionales (%)

(r) Coinvención internacional (%)

(s) Gasto en educación superior (por PIB)

(t) Nivel de educación superior de la población adulta

(u) Adultos con mejor desempeño en la solución de problemas tecnológicos (%)

(v) Jóvenes de 15 años con mejor desempeño en ciencias (%)

(w) Tasa de graduados en doctorado en ciencias e ingeniería (%)

Nota: Índice normalizado de desempeño relativo a los valores medios del área OCDE (valor medio del índice = 100).

Lo destacado del sistema chileno de CTI

Nuevos retos

La productividad ambiental de Chile se ha quedado atrás respecto de la de la OCDE desde 2006 (Indicadores Clave de Desempeño en CTI). Para atender este reto, CORFO lanzó en 2014 el Programa de Energía Solar y Renovable —en el marco de los programas nacionales estratégicos— con el objetivo de apoyar el desarrollo de tecnologías para la autosuficiencia energética con base en fuentes renovables. En particular, el programa otorga subsidios a empresas que desarrollan nuevas tecnologías y aplicaciones comerciales en el campo de la energía solar. Entre otros objetivos planteados por el gobierno chileno para estos subsidios, se encuentra la reducción de costos relacionados con la generación y almacenamiento de energía.

Emprendimiento innovador

En general, el índice de facilidad emprendedora de Chile es inferior al valor medio de la OCDE (figura 5[j]). Las autoridades chilenas han continuado sus esfuerzos sobre este particular: una ley introducida en mayo de 2013 simplifica los requisitos para el registro de empresas y reduce a un día el tiempo necesario para dar de alta una empresa. Además de restructurar la legislación, el gobierno espera que las asignaciones de sus créditos fiscales de apoyo a la I+D para emprendedores y empresas crezcan en 87% durante el periodo 2013-15.

Infraestructuras de TIC e internet

La conectividad y el uso de internet siguen siendo un reto para Chile. El país se ubica muy lejos de la OCDE en suscriptores de banda ancha fija e inalámbrica per cápita (figura 5[l,m]). Su índice de desarrollo de e-gobierno ha mejorado desde 2012, pero aún está por debajo del valor medio de la OCDE (figura 5[n]). El Programa Estratégico Nacional de Empresas Inteligentes busca promover el desarrollo del sector de TIC otorgando subsidios a empresas, IES e IPI.

Transferencia y comercialización de tecnología

Para fortalecer la comercialización de la investigación pública, el Programa de Oficinas de Transferencias y Licenciamiento de InnovaChile busca crear competencias para el manejo de la transferencia de tecnología y la comercialización de I+D. También financia la capacitación de profesionales y de personal técnico en universidades e institutos de investigación tanto en Chile como en el extranjero. Además, busca fortalecer el marco de los derechos de propiedad intelectual (DPI) mediante la mejora de los procedimientos relacionados con su protección y aplicación. La Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) continúa con sus esfuerzos para facilitar el acceso a la información de investigación generada con fondos públicos. En 2014, CORFO lanzó el programa de Centros de Transferencia de Tecnología con la visión de apoyar el agrupamiento de empresas y proveedores de conocimiento alrededor de la I+D en sectores estratégicos (agricultura, salud, producción industrial y tecnología energética). Más aún, el gobierno creó en 2015 la iniciativa Contratos Tecnológicos, que otorga subsidios a 24 meses para financiar proyectos entre empresas y centros de investigación.

Clústeres y políticas regionales

La Política Nacional de Selectividad Estratégica (2014-18) se enfoca en la diversificación de la estructura productiva y el impulso a sectores con algún crecimiento potencial. Apoya la colaboración pública-privada en áreas económicas clave y un Fondo de Inversión Estratégica que atiende los temas de coordinación y las necesidades de infraestructura pública crítica. Como parte de esta nueva política, Chile ha desplegado una serie de Programas Estratégicos Nacionales de Especialización Inteligente en diversos sectores, incluida la agricultura, alimentos, construcción, manufactura avanzada, TIC, salud, turismo e industrias creativas. Los Programas Tecnológicos Estratégicos (2015-24) también financian programas colaborativos de I+D que involucran a las PYME y se enfocan en el logro de resultados de gran repercusión.

Globalización

Durante los últimos cinco años, Start-Up Chile, un programa de capital semilla, ha apoyado entre 200 y 250 empresas nuevas por año, fundadas por personas de más de 70 países. El programa busca hacer que Chile sea más atractivo para el desarrollo de nuevas empresas al ofrecer a los emprendedores extranjeros 40 000 dólares en capital semilla libre de participación y una visa de trabajo para desarrollar proyectos en el país.

Figura 6. Ventaja tecnológica revelada en campos seleccionados, 2011-13

Índice basado en solicitudes de patentes de la familia IP5

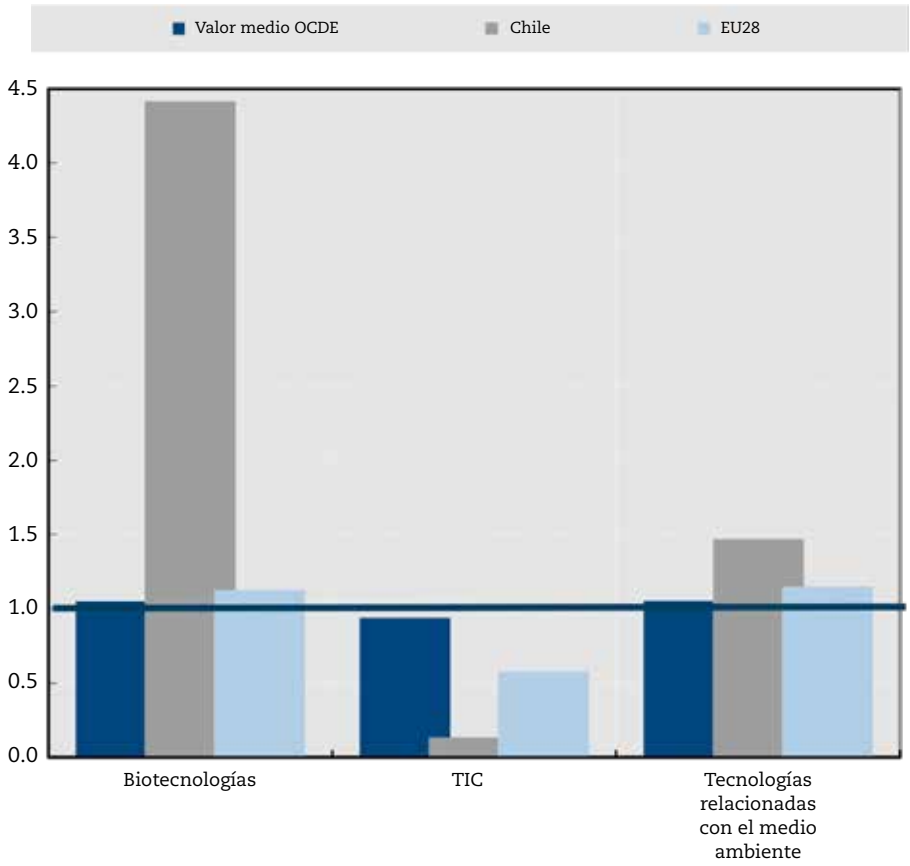
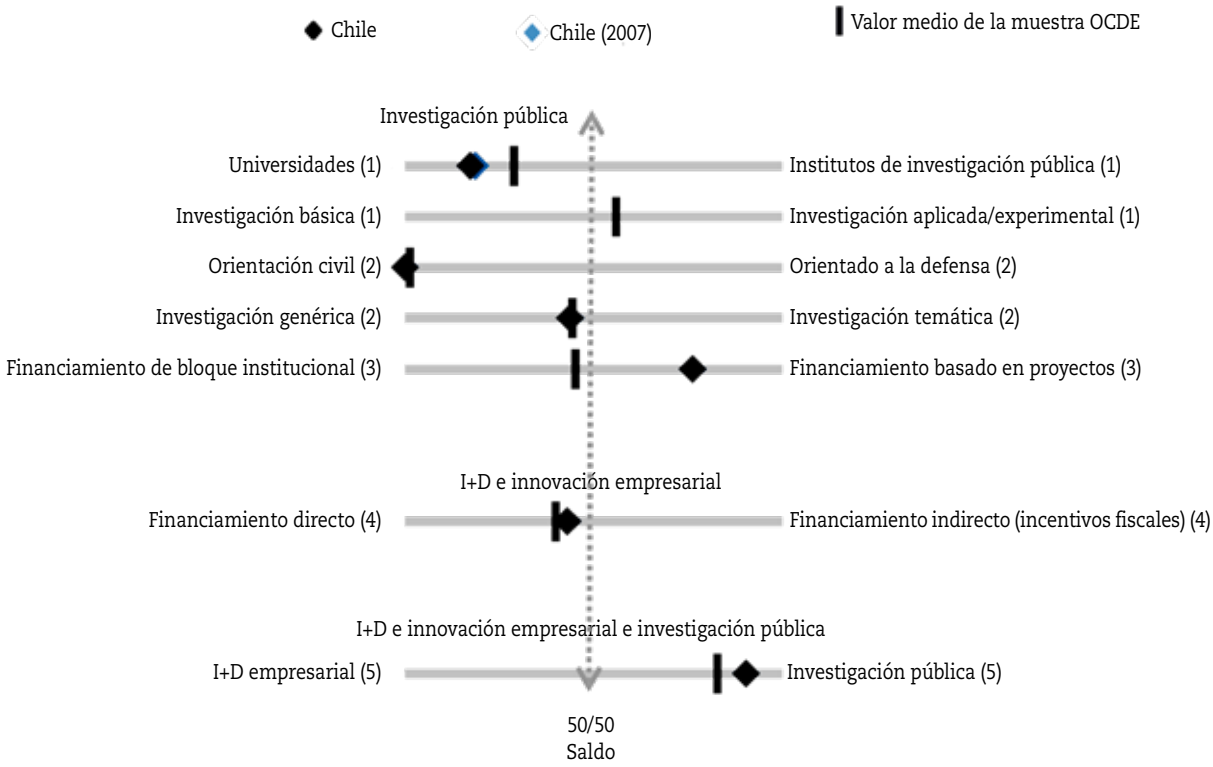


Figura 7. Asignación de fondos públicos para I+D, 2014 o año más reciente disponible

Por sector, tipo de I+D y forma de financiamiento



(1) Saldo como participación de la educación superior (GESID) y el gobierno (GIGID) en el gasto de I+D.

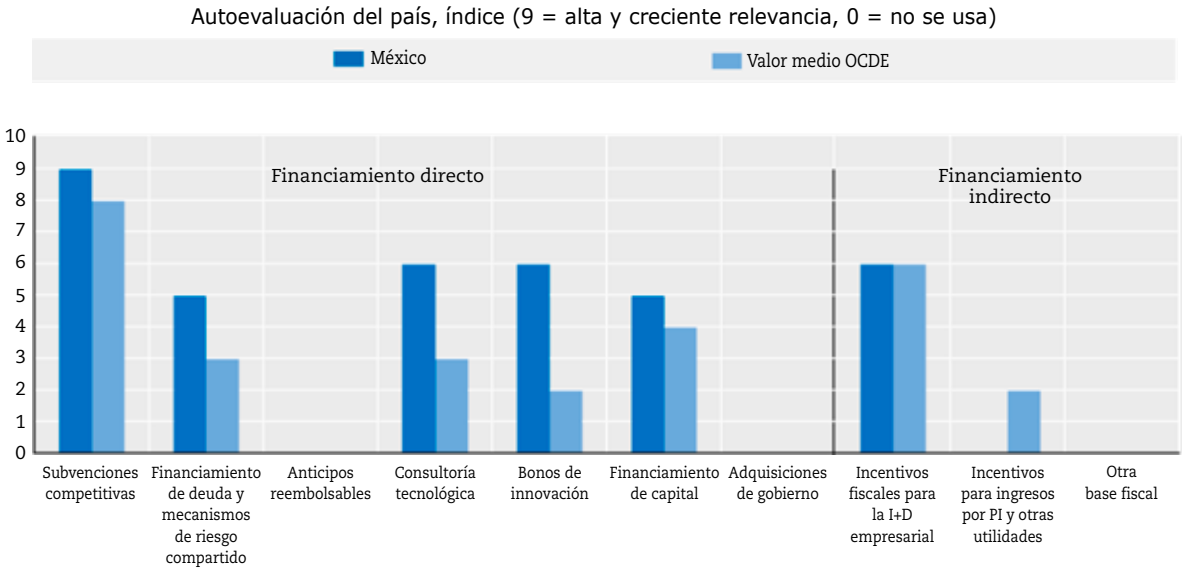
(2) Saldo como participación del total de asignaciones e inversiones del presupuesto de gobierno para I+D (AIPGID)

(3) Saldo como participación del financiamiento total a los actores nacionales.

(4) Saldo como participación del financiamiento indirecto (a través de incentivos fiscales para I+D) y del financiamiento directo (a través de subvenciones, suministro, préstamos, etc.).

(5) Saldo como participación de GESID y GIGID con financiamiento público y los componentes de (4).

Figura 8. Instrumentos de política más relevantes para el financiamiento de I+D empresarial, 2016



Nota: La información de las políticas proviene de las respuestas de los países al *EC/OECD International Survey on STI Policies (STIP)* 2016 y 2014. Las respuestas de Chile están disponibles en EC/OCDE International Database en STI Policies, edición 2016 en http://qdd.oecd.org/DATA/STIPSurvey/CHL...STIO_2016

Fuente: Consulte la guía de lectura y anexo metodológico.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433714

Referencias

Referencias generales

Dernis H., M. Dosso, F. Hervás, V. Millot, M. Squicciarini y A. Vezzani (2015), World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP bundles, A JRC and OECD common report, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2015), EU R&D Scoreboard: The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, Luxemburgo, http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html (consultado: 4 de octubre de 2016).

Flanagan, K., E. Uyarra y M. Laranja (2010), "The policy mix for innovation: rethinking innovation policy in a multilevel, multi-actor context", Munich Personal RePEc Archive (MPRA) No. 23567, julio.

IEA (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2015, OECD Publishing, París, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2015-en.

Kergroach, S. (2010), "Monitoring innovation and policies: developing indicators for analysing the innovation policy mix", internal working document of the Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), OECD, París.

Kergroach, S., J. Chicot, C. Petroli, J. Pruess, C. van OOijen, N. Ono, I. Perianez-Forte, T. Watanabe, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-a), "Mapping the policy mix for innovation: the OECD STI Outlook and the EC/OECD International STIP Database", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

Kergroach, S., J. Pruess, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-b), "Measuring some aspects of the policy mix: exploring the EC/OECD International STI Policy Database for policy indicators", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en.

OECD (2016), OECD Economic Outlook, Volume 2016 Issue 1, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-1-en.

OECD (2016), OECD Country Reviews of Innovation Policy, www.oecd.org/sti/inno/oecdreviewsofinnovationpolicy.htm.

OECD (2015), Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en.

OECD (2015), OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234178-en.

OCDE (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015), Entrepreneurship at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2015-en.

OECD (2015), National Accounts at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/na_glance-2015-en.

OECD (2015), The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en.

OECD (2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en.

OECD (2014), OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

OECD (2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress: OECD Indicators, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264111356-en.

OECD (2010), "The Innovation Policy Mix", in OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-48-en.

OECD (2010), Measuring Innovation: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264059474-en.

OECD and SCImago Research Group (CSIC), (2014), Compendium of Bibliometric Science Indicators 2014, http://oe.cd/scientometrics.

Van Steen, J. (2012), "Modes of public funding of R&D: Towards internationally comparable indicators", OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2012/4, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k98ssns1gzs-en.

Bases de datos y fuentes de datos

Academic Ranking of World Universities (2016), "Shanghai ranking academic ranking of World universities", www.shanghairanking.com (consultado: 4 de octubre de 2016).

Bureau Van Dijk (2011), ORBIS Database, Bureau Van Dijk Electronic Publishing.

EC/OECD (forthcoming), International Database on Science, Technology and Innovation Policies (STIP), edition 2016, www.innovationpolicyplatform.org/ecoecd-stip-database.

Elsevier B. V. (2014), Elsevier Research Intelligence, www.elsevier.com/online-tools/research-intelligence/products-and-services/scival (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Education and Training Databases, junio, http://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/database (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Total intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and source of funds, abril, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdfund&lang=en, (consultado: 4 de octubre de 2016).

Graham, S., G. Hancock, A. Marco y A. Myers (2013), "The USPTO Trademark Case Files Dataset: Descriptions, Lessons, and Insights", SSRN Working Paper, http://ssrn.com/abstract=2188621.

IEA (International Energy Agency) (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion Database, www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html.

ILO (International Labour Organization) (2016), Key Indicators of the Labour Market database, www.ilo.org/global/statistics-and-databases/research-and-databases/kilm/lang--en/index.htm, (consultado: 4 de octubre de 2016).

IMF (International Monetary Fund) (2016), World Economic Outlook (WEO) Databases, julio, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx (consultado: 4 de octubre de 2016).

ITU (International Telecommunication Union) (2016), World Telecommunication/ICT Indicators 2016, www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (consultado: 4 de octubre 2016).

OECD (2016), Activity of Multinational Enterprises (AMNE) Database, agosto, www.oecd.org/industry/ind/amne.htm.

OECD (2016), ANBERD Database, julio, www.oecd.org/sti/anberd.

OECD (2016), OECD Annual Labour Force Statistics Database, julio, www.oecd.org/employment/labour-stats/.

OECD (2016), Broadband Portal, agosto, www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm.

OECD (2016), OECD Education Databases, septiembre, http://gpseducation.oecd.org/

OECD (2016), Entrepreneurship Financing Database.

OECD (2016), Educational Attainment and Labour Force Status Database, https://data.oecd.org/education.htm.

OECD (2016), OECD Income Distribution Database, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm.

OECD (2016), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, junio, www.oecd.org/sti/msti.

OECD (2016), OECD National Accounts Databases, septiembre, www.oecd.org/std/na/.

OECD (2016), OECD/NESTI data collection on R&D tax incentives, julio, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm.

OECD (2016), Patent Database, junio, www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentdatabases.htm.

OECD (2016), Productivity Database, septiembre, www.oecd.org/std/productivity-stats.

OECD (2016), Programme of International Students Assessment (PISA) Database, OECD Education Statistics, junio, www.pisa.oecd.org.

OECD (2016) Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) Database, OECD Education Statistics, junio, www.oecd.org/skills/piaac/surveyofadultskills.htm.

OECD (2016), Research and Development Statistics (RDS) Database, abril, www.oecd.org/sti/rds.

OECD (2016), STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, junio, http://oe.cd/ipstats.

OECD (2014), Product Market Regulation (PMR) Database, marzo, www.oecd.org/economy/pmr.

OECD (2013), "Modes of public funding of R&D: Interim results from the second round of data collection on GBAORD", internal working document of the Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI), OECD, París.

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2016), Education Database, junio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UIS (2016), Science, Technology and Innovation Database, julio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UN (United Nations) (2016), UN e-Government Survey, United Nations, NY. https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016 (consultado: 4 de octubre de 2016).

World Bank (2016), World Development Indicators (WDI) Databank, http://wdi.worldbank.org

El presente documento y cualquier mapa incluido en él no afectan al estatus o la soberanía de ningún territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de ningún territorio, ciudad o área.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Colombia", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-53-en.

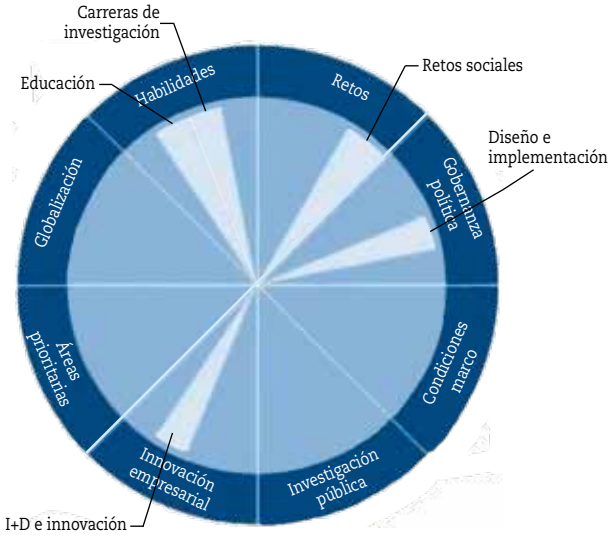
COLOMBIA

Colombia ha acumulado un alto crecimiento económico durante la última década y mostrado resiliencia en la crisis financiera global. El notable crecimiento durante este periodo fue impulsado por el *boom* del petróleo y la minería, la inversión extranjera directa en el sector de las materias primas y la inversión de base amplia. Esto ha promovido un proceso de convergencia con las economías de la OCDE en términos de ingreso nacional bruto per cápita. Sin embargo, la productividad y la inversión siguen siendo bajas fuera de los sectores del petróleo y la minería, que están sufriendo la caída de los precios de las materias primas. Colombia aún enfrenta los retos de impulsar el crecimiento de la productividad y diversificar su economía. Las barreras que enfrenta son numerosas y van más allá de las áreas de investigación e innovación para incluir temas sociales como la informalidad y los problemas sociales. Sin embargo, el país también se ha involucrado en iniciativas para elevar el nivel de calidad de la educación, mejorar las habilidades laborales, promover la inversión en I+D y reformar un sistema fiscal que provoca distorsiones. En este contexto, el gobierno ha incluido los siguientes temas de CTI en su Estrategia Nacional de Innovación (2010-14).

Cuadro 1. Gasto interno bruto en I+D (GIBID)

	COL	OCDE
GIBID		
Millones de USD PPP, 2013	1 362	1 181 495
Como % del total OCDE, 2013	0.1	100
Intensidad y crecimiento de GIBID		
Como % del PIB, 2013	0.23	2.38
(tasa de crecimiento anual, 2008-13)	(+3.3)	(+2.3)
GIBID con financiamiento público		
Como % del PIB, 2013	0.10	0.61
(tasa de crecimiento anual, 2008-13)	(+4.0)	(+2.5)

Figura 1. Principales prioridades de política de CTI, 2016



Temas candentes

Mejoras en el sistema educativo

Respecto a la educación, el Ministerio de Educación Nacional busca promover programas de intercambio y acreditación internacional en instituciones de educación superior (IES) de Colombia. Al posicionar las IES colombianas en el contexto internacional, el Ministerio espera impulsar la calidad de la educación superior, promover las transferencias internacionales de conocimiento e incrementar la movilidad de los investigadores.

Mejoras en el atractivo de las carreras científicas y de investigación

Siguiendo los lineamientos establecidos por el plan estratégico nacional de CTI, varios organismos públicos han dado prioridad a la asignación de recursos a regiones, sectores y áreas de conocimiento consideradas estratégicas para el desarrollo social y económico. En 2012, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) creó el programa Ideas para el Cambio para apoyar soluciones innovadoras que aborden los retos sociales y ambientales a bajo costo. En 2012, el programa se enfocó en el acceso al agua en regiones remotas del país, financiando 11 proyectos por 754 000 dólares (COP 948.6 millones). El programa se enfoca actualmente en la generación de energía limpia y renovable en regiones que no están conectadas a la red eléctrica central. Adicionalmente, en 2012 y 2013, Colciencias publicó una convocatoria a un diálogo acerca del impulso al desarrollo de la investigación desde una perspectiva intercultural. Esto debería crear oportunidades para generar conocimiento relevante en comunidades académicas, étnicas y sociales, promover el conocimiento tradicional comunitario, restaurar el papel del conocimiento en la construcción de la identidad social y diversificar las opciones para el desarrollo socioeconómico. Más aún, Colombia está integrando sus esfuerzos de CTI socialmente orientados al diseño de una política de innovación social que busca crear un ambiente favorable para el desarrollo de la innovación social.

Mejoras en el diseño e implementación de la política de CTI

El sistema de innovación colombiano está coordinado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Colciencias, una dependencia que incluye las funciones de ministerio de ciencias, consejo de investigación y agencia de innovación. Estos dos organismos fueron los responsables de la Estrategia Nacional de Innovación de Colombia para el periodo 2010-14. En respuesta a la creciente importancia de la innovación en la estrategia nacional de desarrollo, en 2012 el gobierno creó iNNpulsa Colombia dentro del Banco de Desarrollo Empresarial y Comercio Exterior (Bancóldex) para promover empresas innovadoras de gran crecimiento e impulsar la competitividad para una mejor integración del sistema de apoyo a empresas y la interacción con otros actores en los ecosistemas colombianos de innovación y emprendimiento. Colciencias ha adoptado un nuevo modelo de negocios al utilizar herramientas en línea para mejorar la transparencia y efectividad del manejo de las convocatorias para subsidios. También ha creado una unidad específica en su estructura para diseñar y evaluar las políticas nacionales de CTI.

El GIBID público de Colombia es solamente 0.08% del PIB (2011), muy inferior a las medianas del valor medio de la OCDE (figura 4[a]) y de otros países latinoamericanos, por ejemplo,

Argentina (0.57%) y Chile (0.14%). El plan estratégico colombiano de CTI 2010-14 establece la meta de subir el GIBID a 0.5% del PIB. El gobierno ha asignado 10% de las regalías de la explotación de recursos no renovables a un fondo de CTI. Entre 2012 y 2020, el fondo espera desembolsar hasta 636 millones de dólares (COP 800 mil millones) por año para proyectos de CyT (incluidas actividades de I+D). Colciencias ha fortalecido la capacidad e infraestructura pública de I+D a través de acciones estratégicas como el apoyo a la estandarización y acreditación de laboratorios de prueba y calibración, y el fortalecimiento de centros de investigación. Entre 2010 y 2012, Colciencias apoyó 90 proyectos de estandarización y acreditación con 14.5 millones de dólares (COP 16 500 millones), y entre 2010 y 2013 apoyó 74 proyectos dirigidos al fortalecimiento de centros de investigación, con 51.8 millones de dólares (COP 59 030 millones).

Algunos indicadores clave del desempeño en CTI

Figura 2. Desempeño en medio ambiente

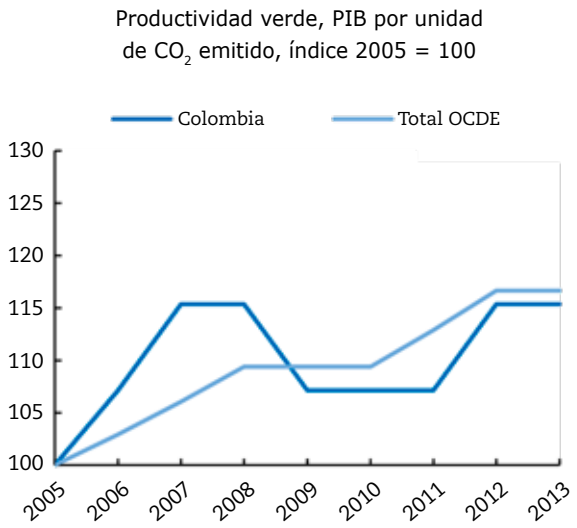
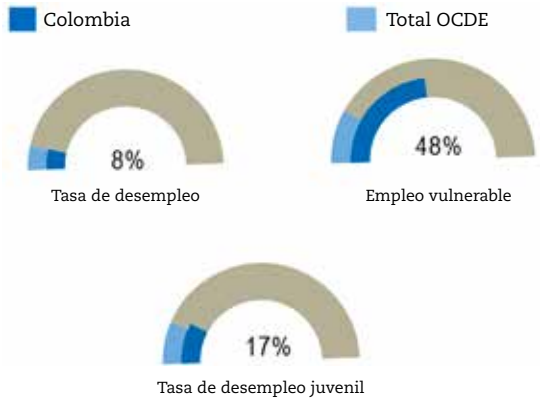


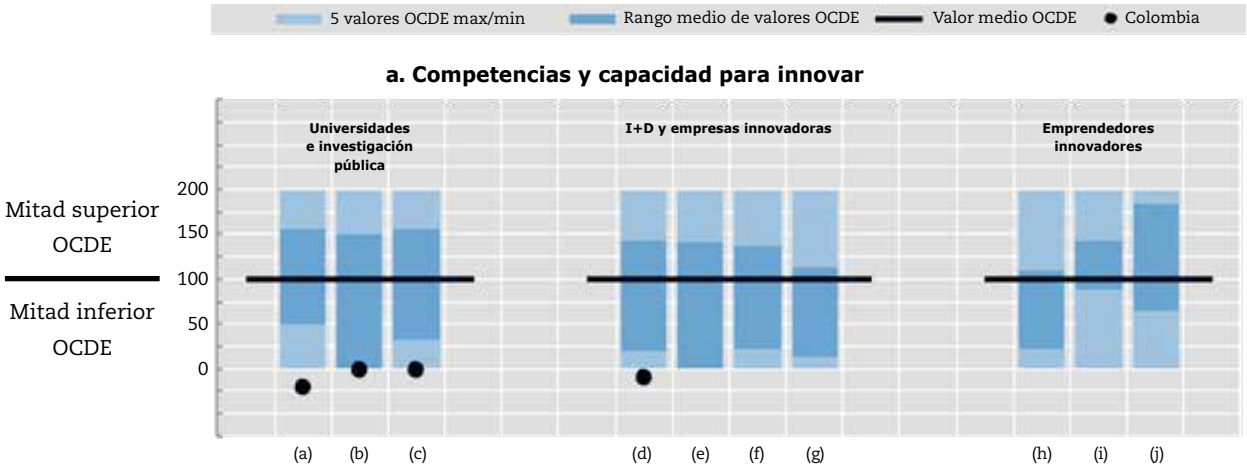
Figura 3. Desempleo 2015 o el año más reciente disponible



Referente de sistemas nacionales de CTI

Figura 4. Ciencia e innovación en Colombia

Desempeño comparativo de los sistemas nacionales de ciencia e innovación, 2016



(a) Gasto público en I+D (por PIB)

(b) 500 principales universidades (por PIB)

(c) Publicaciones en las principales revistas (por PIB)

(d) Gasto privado en I+D (por PIB)

(e) 500 principales inversionistas corporativos en I+D (por PIB)

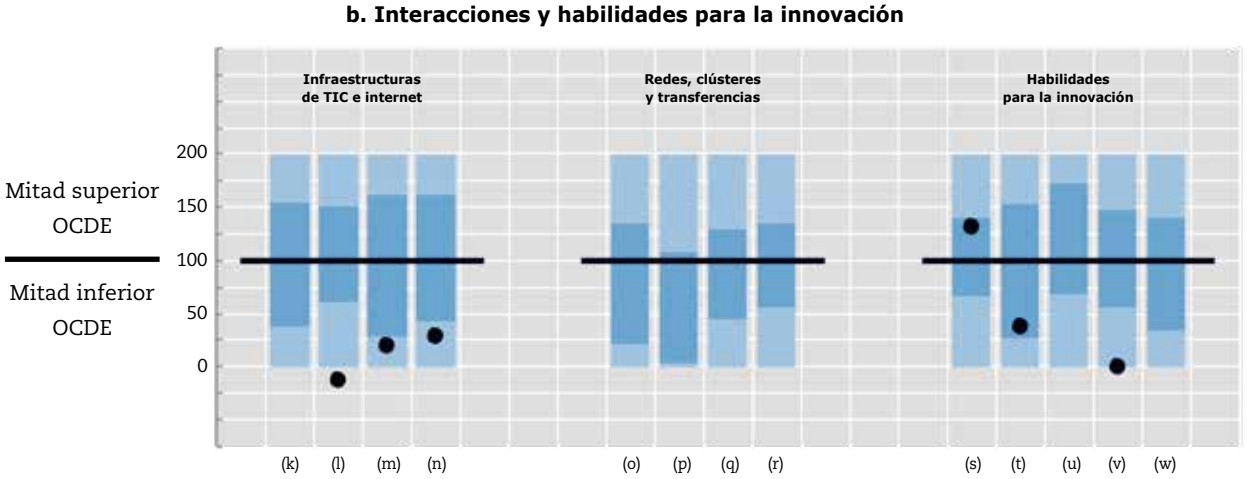
(f) Familias de patentes triádicas (por PIB)

(g) Marcas registradas (por PIB)

(h) Capital de riesgo (por PIB)

(i) Empresas jóvenes que patentan (por PIB)

(j) Índice de facilidad emprendedora



(k) Inversión en TIC (por PIB)

(l) Suscripciones fijas a banda ancha (por población)

(m) Suscripciones de banda ancha inalámbrica (por población)

(n) Índice de desarrollo de e-gobierno

(o) Gasto público en I+D financiado por la industria (por PIB)

(p) Patentes solicitadas por universidades y laboratorios públicos (por PIB)

(q) Coautorías internacionales (%)

(r) Coinvención internacional (%)

(s) Gasto en educación superior (por PIB)

(t) Nivel de educación superior de la población adulta

(u) Adultos con mejor desempeño en la solución de problemas tecnológicos (%)

(v) Jóvenes de 15 años con mejor desempeño en ciencias (%)

(w) Tasa de graduados en doctorado en ciencias e ingeniería (%)

Nota: Índice normalizado de desempeño relativo a los valores medios del área OCDE (valor medio del índice = 100).

Lo destacado del sistema colombiano de CTI

Nuevas fuentes de crecimiento

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinCIT) ha dedicado 281 millones de dólares (COP 320 mil millones) durante 2010-13 a dos programas: Vive Digital y APPS.CO. El primero apoya proyectos que promueven la innovación y desarrollo tecnológico regional a través de las TIC, mientras que el segundo promueve la creación de empresas de TIC enfocadas al desarrollo de aplicaciones móviles, *software* y contenidos de internet.

Innovación en las empresas

Ubicado en 0.05% del PIB, el GEID está por debajo del gasto de todos los países de la OCDE (figura 4[d]) y también de otros países latinoamericanos, como Argentina (0.16%). Para enfrentar esta situación, el gobierno utiliza tres mecanismos principales para apoyar la inversión empresarial en I+D. Primero, con la orientación de Colciencias y otros organismos gubernamentales relevantes, Bancóldex ofrece créditos preferenciales para proyectos de innovación a tasas de interés inferiores a las del mercado. Segundo, un esquema de incentivos fiscales ofrece exención de impuestos de hasta 175% de las inversiones realizadas durante el ejercicio fiscal. Tercero, una variedad de agencias de gobierno ofrece subsidios para las actividades de CTI de las empresas. iNNpulsa da subsidios a fondo perdido de hasta 278 000 dólares (COP 350 millones) por beneficiario. Colciencias expandió recientemente su programa de Administración de la Innovación para respaldar aún más el desarrollo de las capacidades de innovación de las empresas colombianas. En 2013 asignó alrededor de 19 millones de dólares (COP 21.4 mil millones) para financiar servicios empresariales intensivos en conocimiento de entidades internacionales especializadas en innovación empresarial y alcanzó más de 9.89 millones de conexión de banda ancha.

Emprendimiento innovador

Con un presupuesto de 138 millones de dólares (COP 174 mil millones) para el periodo 2012-13, iNNpulsa Colombia busca promover el crecimiento de los negocios para construir una cultura de la innovación en la sociedad. El Programa de Administración de la Innovación de Colciencias dirigió 70% de su presupuesto de 2013 de 20 millones de dólares (COP 22.4 mil millones) a las microempresas y las PYME, mientras que el ambiente de negocios de Colombia ha mejorado en los últimos años.

Infraestructuras de TIC e internet

Aun cuando el número de suscripciones de banda ancha, fijas e inalámbricas, permanecen muy por debajo del nivel de la OCDE (figura 4[l,m]), se ha registrado un avance sustancial en esta área en años recientes. MinCIT va por buen camino para alcanzar la meta de cuadruplicar las conexiones en todas las regiones entre 2010 y 2014. Adicionalmente, se ha desplegado una infraestructura de banda ancha por todo el país. Esta iniciativa aumentó el número de municipios conectados de 200 en 2010 a 777 para mediados de 2013, aproximadamente.

Transferencia y comercialización de tecnología

Colciencias organiza conferencias de negocios regionales sobre innovación con el objetivo de fortalecer la transferencia de tecnología y los enlaces entre universidad e industria. Colciencias también ha asignado hasta 510 000 dólares (COP millones) anuales desde 2009 para apoyar proyectos colaborativos entre empresas y universidades o centros de investigación.

Clústeres y políticas regionales

Desde 2005, Colciencias ha organizado 25 conferencias de negocios regionales en nueve regiones. Más aún, el programa regional Alianzas para la Innovación (también coordinado por Colciencias) busca promover las asociaciones público-privadas dentro de las regiones. En colaboración con el DNP y varios ministerios, iNNpulsa diseñó Rutas Competitivas, un programa regional que traza rutas para apoyar el crecimiento de la productividad y la formación de clústeres en sectores clave (p. ej., cerámica, turismo, café, cuero y agronegocios). Este programa ha dado cobertura a 18 de las 32 divisiones administrativas colombianas.

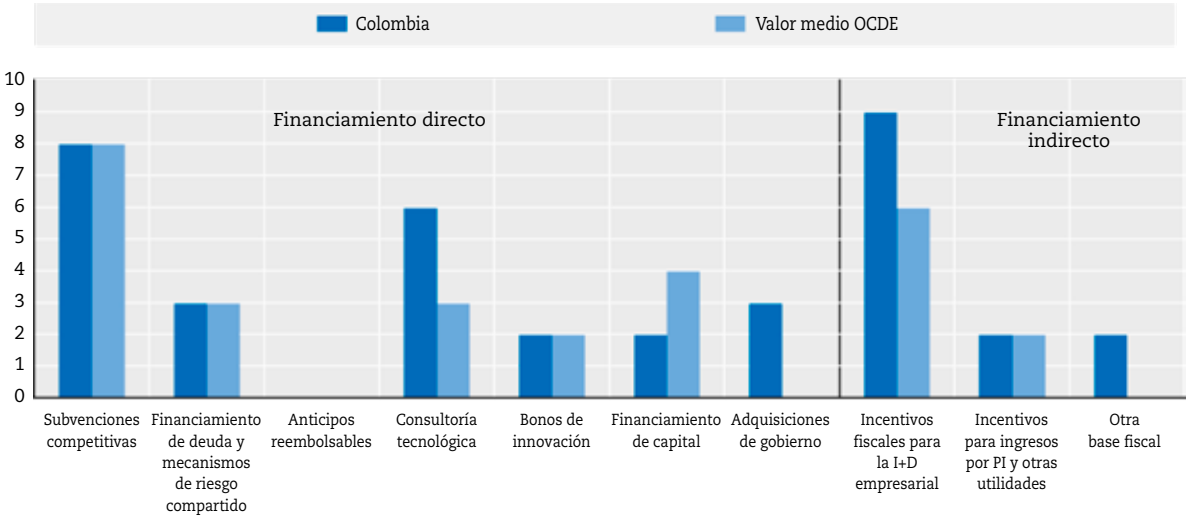
Habilidades para la innovación

El gobierno colombiano ha dado prioridad al incremento en el número de investigadores. Particularmente, dos programas promueven la capacitación y el empleo de personas a nivel de doctorado. El Programa de Apoyo a la Capacitación Doctoral de Colciencias financia estudios de posgrado tanto locales como en el extranjero. Se enfoca en duplicar el número actual de 7 000 doctorados mediante el otorgamiento de 1 000 becas por año durante los próximos cuatro años. El programa colocará 678 millones de dólares (COP 752 mil millones) durante el periodo 2011-14, dirigidos a investigadores del sector privado, académicos y personas que trabajan en áreas tecnológicas estratégicas.

Combinación de política nacional de la CTI

Figura 5. Instrumentos de política más relevantes para el financiamiento de I+D empresarial, 2016

Autoevaluación del país, índice (9 = alta y creciente relevancia, 0 = no se usa)



Nota: La información de las políticas proviene de las respuestas de los países al EC/OECD International Survey on STI Policies (STIP) 2016 y 2014. Las respuestas de Colombia están disponibles en EC/OCDE International Database en STI Policies, edición 2016 en http://qdd.oecd.org/DATA/STIPSurvey/COL...STIO_2016

Fuente: Consulte la guía de lectura y anexo metodológico.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433730

Referencias

Referencias generales

Dernis H., M. Dosso, F. Hervás, V. Millot, M. Squicciarini y A. Vezzani (2015), World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP bundles, A JRC and OECD common report, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2015), EU R&D Scoreboard: The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, Luxemburgo, http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html (consultado: 4 de octubre de 2016).

Flanagan, K., E. Uyarra y M. Laranja (2010), "The policy mix for innovation: rethinking innovation policy in a multilevel, multi-actor context", Munich Personal RePEc Archive (MPRA) No. 23567, julio.

IEA (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2015, OECD Publishing, París, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2015-en.

Kergroach, S. (2010), "Monitoring innovation and policies: developing indicators for analysing the innovation policy mix", internal working document of the Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), OECD, París.

Kergroach, S., J. Chicot, C. Petroli, J. Pruess, C. van OOijen, N. Ono, I. Perianez-Forte, T. Watanabe, S. Fraccola y B. Serve (forthcoming-a), "Mapping the policy mix for innovation: the OECD STI Outlook and the EC/OECD International STIP Database", OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Kergroach, S., J. Pruess, S. Fraccola y B. Serve (forthcoming-b), "Measuring some aspects of the policy mix: exploring the EC/OECD International STI Policy Database for policy indicators", OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en.

OECD (2016), OECD Economic Outlook, Volume 2016 Issue 1, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-1-en.

OECD (2016), OECD Country Reviews of Innovation Policy, www.oecd.org/sti/inno/oecdreviewsofinnovationpolicy.htm.

OECD (2015), Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en.

OECD (2015), OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234178-en.

OCDE (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015), Entrepreneurship at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2015-en.

OECD (2015), National Accounts at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/na_glance-2015-en.

OECD (2015), The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en.

OECD (2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en.

OECD (2014), OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

OECD (2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress: OECD Indicators, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264111356-en.

OECD (2010), "The Innovation Policy Mix", in OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-48-en.

OECD (2010), Measuring Innovation: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264059474-en.

OECD and SCImago Research Group (CSIC), (2014), Compendium of Bibliometric Science Indicators 2014, http://oe.cd/scientometrics.

Van Steen, J. (2012), "Modes of public funding of R&D: Towards internationally comparable indicators", OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2012/4, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k98ssns1gzs-en.

Bases de datos y fuentes de datos

Academic Ranking of World Universities (2016), "Shanghai ranking academic ranking of World universities", www.shanghairanking.com (consultado: 4 de octubre de 2016).

Bureau Van Dijk (2011), ORBIS Database, Bureau Van Dijk Electronic Publishing.

EC/OECD (forthcoming), International Database on Science, Technology and Innovation Policies (STIP), edition 2016, www.innovationpolicyplatform.org/ecoecd-stip-database.

Elsevier B. V. (2014), Elsevier Research Intelligence, www.elsevier.com/online-tools/research-intelligence/products-and-services/scival (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Education and Training Databases, junio, http://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/database (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Total intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and source of funds, abril, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdfund&lang=en (consultado: 4 de octubre de 2016).

Graham, S., G. Hancock, A. Marco y A. Myers (2013), "The USPTO Trademark Case Files Dataset: Descriptions, Lessons, and Insights", SSRN Working Paper, http://ssrn.com/abstract=2188621.

IEA (International Energy Agency) (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion Database, www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html.

ILO (International Labour Organization) (2016), Key Indicators of the Labour Market database, www.ilo.org/global/statistics-and-databases/research-and-databases/kilm/lang--en/index.htm (consultado: 4 de octubre de 2016).

IMF (International Monetary Fund) (2016), World Economic Outlook (WEO) Databases, julio, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx (consultado: 4 de octubre de 2016).

ITU (International Telecommunication Union) (2016), World Telecommunication/ICT Indicators 2016, www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (consultado: 4 de octubre 2016).

OECD (2016), Activity of Multinational Enterprises (AMNE) Database, agosto, www.oecd.org/industry/ind/amne.htm.

OECD (2016), ANBERD Database, julio, www.oecd.org/sti/anberd.

OECD (2016), OECD Annual Labour Force Statistics Database, julio, www.oecd.org/employment/labour-stats/.

OECD (2016), Broadband Portal, agosto, www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm.

OECD (2016), OECD Education Databases, septiembre, http://gpseducation.oecd.org/.

OECD (2016), Entrepreneurship Financing Database.

OECD (2016), Educational Attainment and Labour Force Status Database, https://data.oecd.org/education.htm.

OECD (2016), OECD Income Distribution Database, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm.

OECD (2016), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, junio, www.oecd.org/sti/msti.

OECD (2016), OECD National Accounts Databases, septiembre, www.oecd.org/std/na/.

OECD (2016), OECD/NESTI data collection on R&D tax incentives, julio, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm.

OECD (2016), Patent Database, junio, www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentdatabases.htm.

OECD (2016), Productivity Database, septiembre, www.oecd.org/std/productivity-stats.

OECD (2016), Programme of International Students Assessment (PISA) Database, OECD Education Statistics, junio, www.pisa.oecd.org.

OECD (2016) Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) Database, OECD Education Statistics, junio, www.oecd.org/skills/piaac/surveyofadultskills.htm.

OECD (2016), Research and Development Statistics (RDS) Database, abril, www.oecd.org/sti/rds.

OECD (2016), STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, junio, http://oe.cd/ipstats.

OECD (2014), Product Market Regulation (PMR) Database, marzo, www.oecd.org/economy/pmr.

OECD (2013), "Modes of public funding of R&D: Interim results from the second round of data collection on GBAORD", internal working document of the Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI), OECD, París.

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2016), Education Database, junio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UIS (2016), Science, Technology and Innovation Database, julio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UN (United Nations) (2016), UN e-Government Survey, United Nations, NY. https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016 (consultado: 4 de octubre de 2016).

World Bank (2016), World Development Indicators (WDI) Databank, http://wdi.worldbank.org.

El presente documento y cualquier mapa incluido en él no afectan al estatus o la soberanía de ningún territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de ningún territorio, ciudad o área.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Costa Rica", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-54-en.

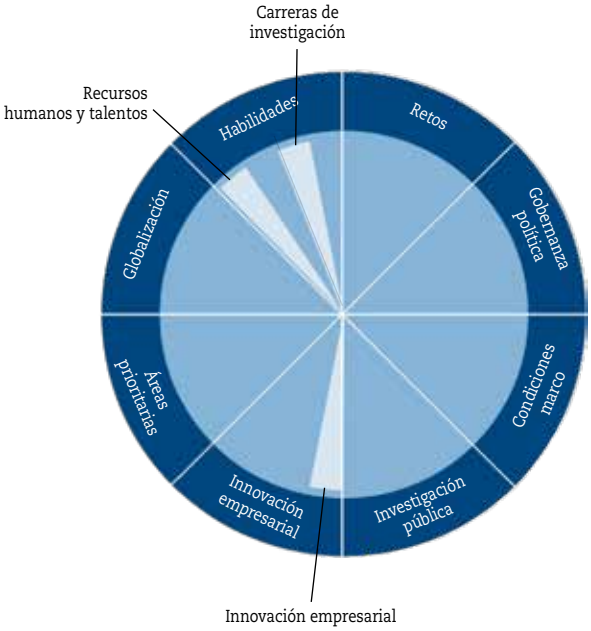
COSTA RICA

Costa Rica ha experimentado un fuerte crecimiento impulsado por la exportación. El país ha logrado una progresiva diversificación de su canasta de exportación, con una participación creciente en electrónicos, instrumentos y dispositivos médicos, así como servicios, principalmente relacionados con las TIC. Costa Rica también ha tenido éxito en atraer una inversión extranjera directa cada vez mayor, aunque esto significa que su desempeño económico se ha centrado en industrias de interés para las trasnacionales. Las empresas locales siguen mostrando bajos niveles de productividad y enfrentan retos para formar parte de las cadenas globales de valor. Este es el contexto para el Plan Nacional de CTI (PNCTI) 2015-21, que se enfoca en impulsar el crecimiento.

Cuadro 1. Gasto interno bruto en I+D (GIBID)

	CRI	OCDE
GIBID		
Millones de USD PPP, 2011	285	1 181 495
Como % del total OCDE, 2011	0.0	100
Intensidad y crecimiento de GIBID		
Como % del PIB, 2011	0.47	2.38
(tasa de crecimiento anual, 2006-11)	(+5.8)	(+2.3)
GIBID con financiamiento público		
Como % del PIB, 2011	n.a.	0.61
(tasa de crecimiento anual, 2006-11)	n.a.	(+2.5)

Figura 1. Principales prioridades de política de CTI, 2016



Temas candentes

Mejora general en recursos humanos y habilidades

Costa Rica tiene pocas universidades de primer nivel (figura 4[b]). En 20.9%, la proporción de población adulta con educación terciaria se ubica en el fondo del rango medio de los países de la OCDE (figura 4[t]), y sus jóvenes de 15 años tienen un bajo desempeño en ciencias. Durante los pasados cuatro años, el gobierno ha buscado mejorar los recursos humanos del país al invertir en educación, impulsar la cobertura de escuelas secundarias, promover el emprendimiento, desarrollar habilidades que se adecuen a las necesidades de las empresas, llevar TIC al sistema educativo y equiparar el programa educativo con las necesidades del sector privado. Para impulsar estos esfuerzos, en 2014, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) firmó un crédito de 35 millones de dólares con el Banco Interamericano de Desarrollo, de los cuales alrededor de 25 millones se destinaría a la mejora del capital humano. Principalmente irá dirigido a becas, medidas de calificación y mejora en la movilidad de los investigadores. Un segundo componente se enfoca en proyectos de transferencia de tecnología y desarrollo de capacidades emprendedoras.

Mejoras en el diseño e implementación de la política de CTI

En febrero de 2015, el MICITT presentó el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) 2015-21, el cual enfatiza la importancia de las tecnologías convergentes e identifica las siguientes áreas estratégicas: educación, salud, medio ambiente y agua, energía, y alimentación y agricultura. Entre sus principales objetivos, el plan se enfoca en el desarrollo de ciudades inteligentes, la reducción de la división digital y la promoción del emprendimiento. Desde 2014, el MICITT ha dedicado esfuerzos adicionales a coordinarse con los interesados clave en el sistema de innovación con el propósito de fortalecer sus capacidades. Una de las prioridades del ministerio es estimular la innovación a través de subsidios que animen a los emprendedores y las empresas a colaborar con las empresas tecnológicas que inician, negocios innovadores y centros de investigación.

Fortalecimiento del sistema público de investigación

El gasto público en I+D representa 0.61% del PIB, que es bajo en comparación con el valor medio de la OCDE (figura 4[a]), pero similar al que se observa en otros países de Latinoamérica. En 2013, el gobierno inició un programa de excelencia en investigación en cuatro universidades públicas, cuyo objetivo es mejorar sus capacidades e infraestructura de I+D. El programa está financiado con un crédito de 286 millones de dólares PPP (CRC 14.4 mil millones) otorgado por el Proyecto de Mejora de la Educación Superior del Banco Mundial. Las actividades de investigación estarán enfocadas en los sectores prioritarios y las áreas tecnológicas. El gobierno ha asignado 30% de sus fondos para CyT a proyectos de investigación basados en las áreas estratégicas indicadas.

Figura 2. Desempeño en medio ambiente

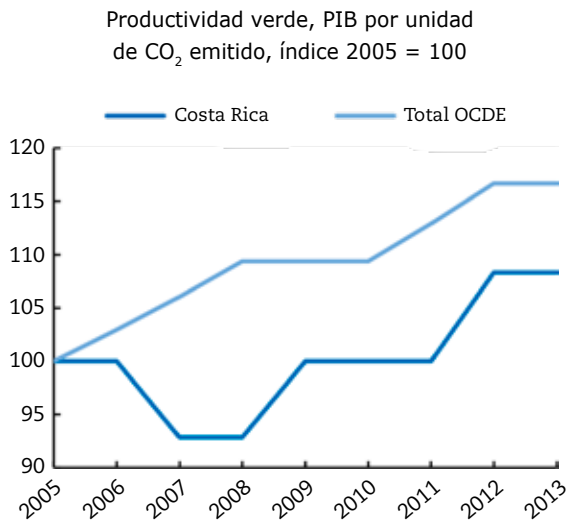
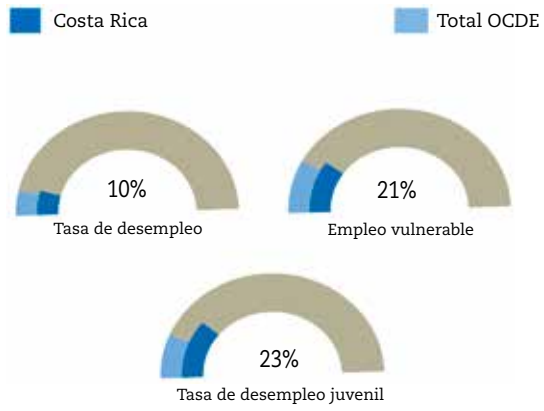


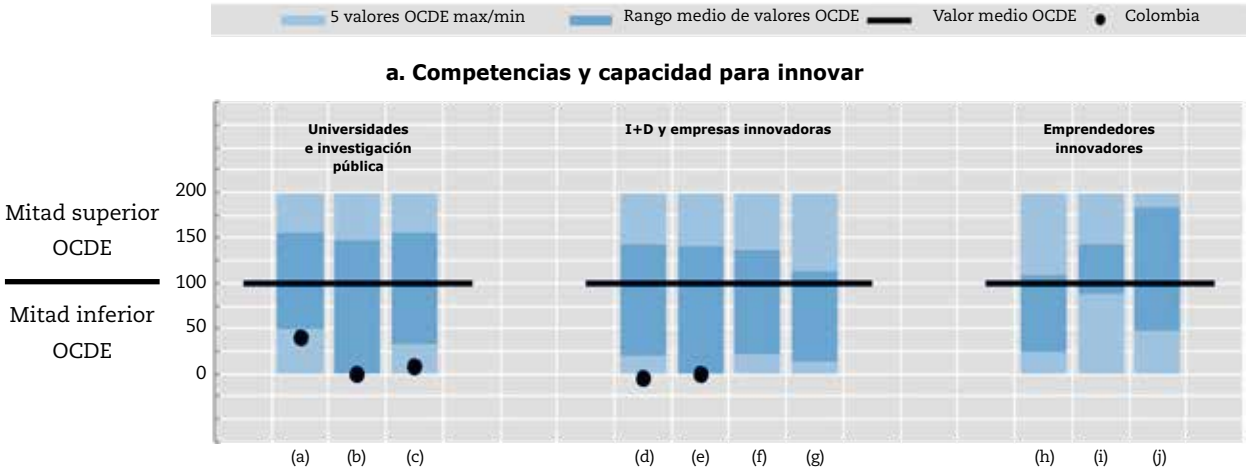
Figura 3. Desempleo 2015 o el año más reciente disponible, porcentajes



Referente de sistemas nacionales de CTI

Figura 4. Ciencia e innovación en Costa Rica

Desempeño comparativo de los sistemas nacionales de ciencia e innovación, 2016



(a) Gasto público en I+D (por PIB)

(b) 500 principales universidades (por PIB)

(c) Publicaciones en las principales revistas (por PIB)

(d) Gasto privado en I+D (por PIB)

(e) 500 principales inversionistas corporativos en I+D (por PIB)

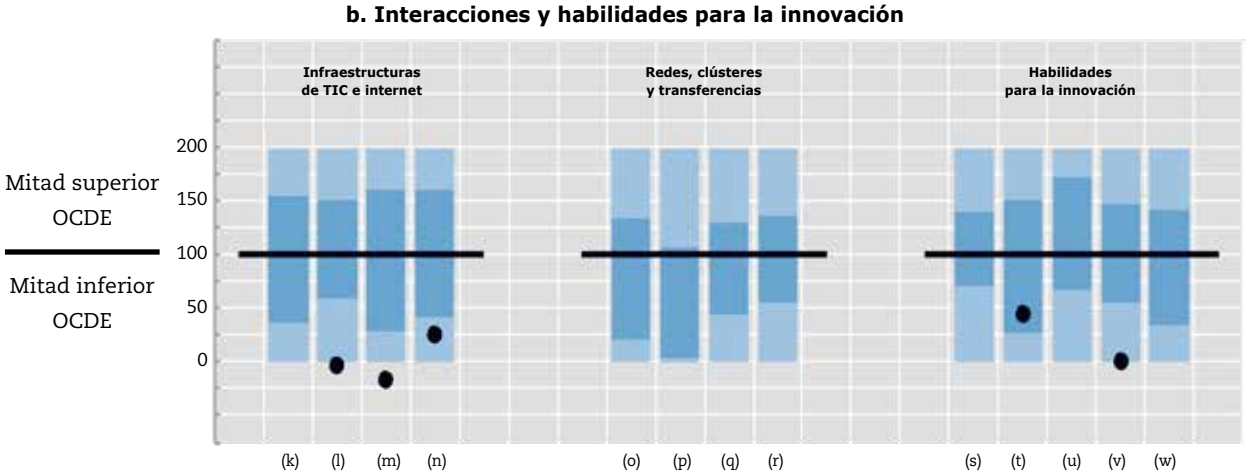
(f) Familias de patentes triádicas (por PIB)

(g) Marcas registradas (por PIB)

(h) Capital de riesgo (por PIB)

(i) Empresas jóvenes que patentan (por PIB)

(j) Índice de facilidad emprendedora



(k) Inversión en TIC (por PIB)

(l) Suscripciones fijas a banda ancha (por población)

(m) Suscripciones de banda ancha inalámbrica (por población)

(n) Índice de desarrollo de e-gobierno

(o) Gasto público en I+D financiado por la industria (por PIB)

(p) Patentes solicitadas por universidades y laboratorios públicos (por PIB)

(q) Coautorías internacionales (%)

(r) Coinvención internacional (%)

(s) Gasto en educación superior (por PIB)

(t) Nivel de educación superior de la población adulta

(u) Adultos con mejor desempeño en la solución de problemas tecnológicos (%)

(v) Jóvenes de 15 años con mejor desempeño en ciencias (%)

(w) Tasa de graduados en doctorado en ciencias e ingeniería (%)

Nota: Índice normalizado de desempeño relativo a los valores medios del área OCDE (valor medio del índice = 100).

Lo destacado del sistema costarricense de CTI

Nuevas fuentes de crecimiento

El PND enfatiza siete áreas tecnológicas: energías renovables, nanotecnología, biotecnología, salud, biodiversidad, TIC, y ciencias de la Tierra y del espacio. Los incentivos fiscales también se aplican para proyectos de IED en conceptos de alto valor agregado en electrónica, manufactura, materiales y componentes eléctricos, dispositivos, equipo y suministros médicos, dispositivos y suministros automotrices, partes y componentes de maquinaria de alta precisión, farmacéuticos y biotecnología, y energías renovables.

Emprendimiento innovador

Desde la década del 2000, Costa Rica ha realizado varias reformas al sistema de propiedad intelectual del país. La Comisión de Enlace Interinstitucional para la Protección y Promoción de la Propiedad Intelectual (CIPPI) coordina la introducción y aplicación de legislación relacionada con la PI. En 2011, desarrolló, con el apoyo de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, una estrategia nacional de PI. Sobre esa base, Costa Rica está enmendando la ley de patentes y ha reforzado la persecución de violaciones a la PI. En 2012, el Programa de Financiamiento para las PYME (PROPYME) inició el apoyo para la obtención y protección de derechos de PI. Además de los programas de financiamiento (véase más adelante), otros programas de apoyo incluyen EXPOPYME, un foro para PYME; CREAPYME, un servicio de consultoría de negocios, y la difusión de conferencias e historias de éxito sobre PYME en PYME TV y PYME Radio.

Innovación en las empresas

El GEID de Costa Rica como proporción del PIB fue de 0.08% en 2011 (0.18% en 2012, de acuerdo con fuentes nacionales), muy por debajo del valor medio de la OCDE (figura 4[d]), pero similar al nivel observado en otros países de Latinoamérica, como Colombia (0.05%) y Argentina (0.16%). El PND 2010-14 reconoció el débil desempeño del sector privado en innovación y la necesidad de reforzar el respaldo. Durante los últimos 10 años, el gobierno ha desplazado el énfasis de su combinación de políticas de instrumentos de suministro a instrumentos de demanda. El MINCITT ha creado y reforzado un conjunto de fondos promocionales y programas no financieros. El PROPYME apoya la innovación en las PYME en industrias de alta tecnología, como la aeroespacial, automotriz y electrónica. Un fondo de capital semilla administrado por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) apoya empresas en etapa de inicio orientadas a la tecnología para la realización de I+D y el arranque de operaciones. Otros fondos incluyen el Fondo de Incentivos, FINADE y FORINVES, que también apoyan la innovación empresarial a través del financiamiento de capital de riesgo.

Infraestructuras de TIC e internet

En julio de 2013, el Ministerio de Educación Pública anunció un plan para incrementar el uso de TIC en escuelas públicas, con una inversión de aproximadamente 28.4 millones de dólares PPP (CRC 10 mil millones). Este plan es claramente útil, considerando el bajo nivel de suscripciones de banda ancha fija e inalámbrica en Costa Rica, en comparación con el valor medio de la OCDE (figura 4[i,m]).

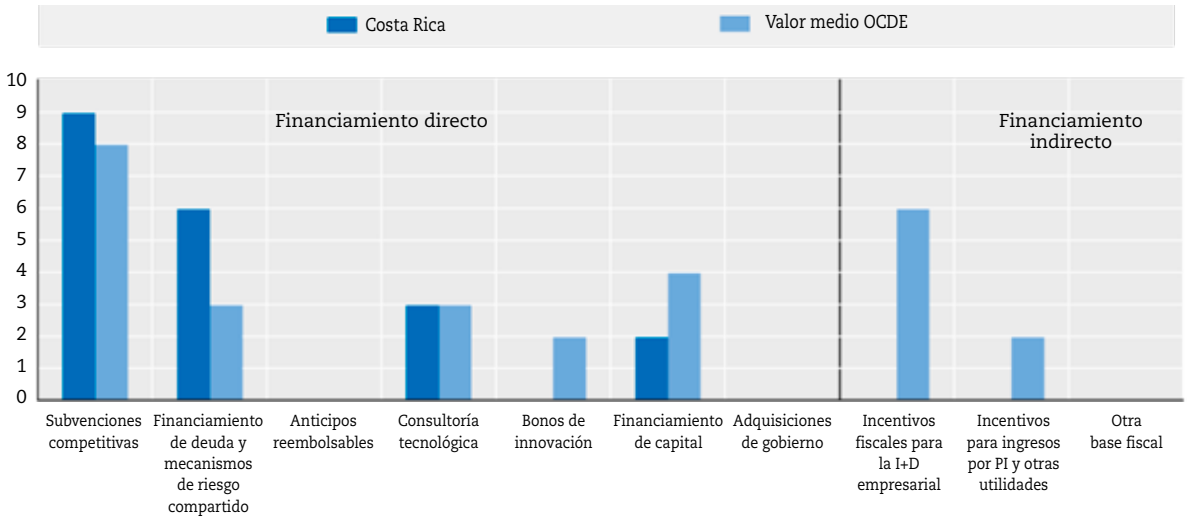
Globalización

El ecosistema costarricense de investigación e innovación está bien conectado internacionalmente. La coautoría internacional representa 74% de las publicaciones de CyT, y los coinventos internacionales 46% de las solicitudes de patente (PCT, Patent Cooperation Treaty), ambas muy superiores al valor medio de la OCDE (figura 4[q,r]). Sin embargo, esto también refleja la pequeña dimensión del sistema de innovación del país. La conexión de las empresas nacionales con empresas multinacionales extranjeras para impulsar la industria local es también un tema importante de política.

Combinación de política nacional de la CTI

Figura 5. Instrumentos de política más relevantes para el financiamiento de I+D empresarial, 2016

Autoevaluación del país, índice (9 = alta y creciente relevancia, 0 = no se usa)



Nota: La información de las políticas proviene de las respuestas de los países al *EC/OECD International Survey on STI Policies (STIP)* 2016 y 2014. Las respuestas de Costa Rica están disponibles en EC/OCDE International Database en STI Policies, edición 2016 en http://qdd.oecd.org/DATA/STIPSurvey/CRI...STIO_2016

Fuente: Consulte la guía de lectura y anexo metodológico.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433749

Referencias

Referencias generales

Dernis H., M. Dosso, F. Hervás, V. Millot, M. Squicciarini y A. Vezzani (2015), World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP bundles, A JRC and OECD common report, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2015), EU R&D Scoreboard: The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, Luxemburgo, http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html (consultado: 4 de octubre de 2016).

Flanagan, K., E. Uyarra y M. Laranja (2010), "The policy mix for innovation: rethinking innovation policy in a multilevel, multi-actor context", Munich Personal RePEc Archive (MPRA) No. 23567, julio.

IEA (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2015, OECD Publishing, París, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2015-en.

Kergroach, S. (2010), "Monitoring innovation and policies: developing indicators for analysing the innovation policy mix", internal working document of the Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), OECD, París.

Kergroach, S., J. Chicot, C. Petroli, J. Pruess, C. van OOijen, N. Ono, I. Perianez-Forte, T. Watanabe, S. Fraccola y B. Serve (forthcoming-a), "Mapping the policy mix for innovation: the OECD STI Outlook and the EC/OECD International STIP Database", OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Kergroach, S., J. Pruess, S. Fraccola y B. Serve (forthcoming-b), "Measuring some aspects of the policy mix: exploring the EC/OECD International STI Policy Database for policy indicators", OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en.

OECD (2016), OECD Economic Outlook, Volume 2016 Issue 1, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-1-en.

OECD (2016), OECD Country Reviews of Innovation Policy, www.oecd.org/sti/inno/oecdreviewsofinnovationpolicy.htm.

OECD (2015), Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en.

OECD (2015), OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234178-en.

OCDE (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015), Entrepreneurship at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2015-en.

OECD (2015), National Accounts at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/na_glance-2015-en.

OECD (2015), The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en.

OECD (2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en.

OECD (2014), OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

OECD (2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress: OECD Indicators, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264111356-en.

OECD (2010), "The Innovation Policy Mix", in OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-48-en.

OECD (2010), Measuring Innovation: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264059474-en.

OECD and SCImago Research Group (CSIC), (2014), Compendium of Bibliometric Science Indicators 2014, http://oe.cd/scientometrics.

Van Steen, J. (2012), "Modes of public funding of R&D: Towards internationally comparable indicators", OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2012/4, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k98ssns1gzs-en.

Bases de datos y fuentes de datos

Academic Ranking of World Universities (2016), "Shanghai ranking academic ranking of World universities", www.shanghairanking.com (consultado: 4 de octubre de 2016).

Bureau Van Dijk (2011), ORBIS Database, Bureau Van Dijk Electronic Publishing.

EC/OECD (forthcoming), International Database on Science, Technology and Innovation Policies (STIP), edition 2016, www.innovationpolicyplatform.org/ecoecd-stip-database.

Elsevier B. V. (2014), Elsevier Research Intelligence, www.elsevier.com/online-tools/research-intelligence/products-and-services/scival (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Education and Training Databases, junio, http://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/database (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Total intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and source of funds, abril, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdfund&lang=en (consultado: 4 de octubre de 2016).

Graham, S., G. Hancock, A. Marco y A. Myers (2013), "The USPTO Trademark Case Files Dataset: Descriptions, Lessons, and Insights", SSRN Working Paper, http://ssrn.com/abstract=2188621.

IEA (International Energy Agency) (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion Database, www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html.

ILO (International Labour Organization) (2016), Key Indicators of the Labour Market database, www.ilo.org/global/statistics-and-databases/research-and-databases/kilm/lang--en/index.htm (consultado: 4 de octubre de 2016).

IMF (International Monetary Fund) (2016), World Economic Outlook (WEO) Databases, julio, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx (consultado: 4 de octubre de 2016).

ITU (International Telecommunication Union) (2016), World Telecommunication/ICT Indicators 2016, www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (consultado: 4 de octubre 2016).

OECD (2016), Activity of Multinational Enterprises (AMNE) Database, agosto, www.oecd.org/industry/ind/amne.htm.

OECD (2016), ANBERD Database, julio, www.oecd.org/sti/anberd.

OECD (2016), OECD Annual Labour Force Statistics Database, julio, www.oecd.org/employment/labour-stats/.

OECD (2016), Broadband Portal, agosto, www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm.

OECD (2016), OECD Education Databases, septiembre, http://gpseducation.oecd.org/.

OECD (2016), Entrepreneurship Financing Database.

OECD (2016), Educational Attainment and Labour Force Status Database, https://data.oecd.org/education.htm.

OECD (2016), OECD Income Distribution Database, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm.

OECD (2016), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, junio, www.oecd.org/sti/msti.

OECD (2016), OECD National Accounts Databases, septiembre, www.oecd.org/std/na/.

OECD (2016), OECD/NESTI data collection on R&D tax incentives, julio, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm.

OECD (2016), Patent Database, junio, www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentdatabases.htm.

OECD (2016), Productivity Database, septiembre, www.oecd.org/std/productivity-stats.

OECD (2016), Programme of International Students Assessment (PISA) Database, OECD Education Statistics, junio, www.pisa.oecd.org.

OECD (2016) Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) Database, OECD Education Statistics, junio, www.oecd.org/skills/piaac/surveyofadultskills.htm.

OECD (2016), Research and Development Statistics (RDS) Database, abril, www.oecd.org/sti/rds.

OECD (2016), STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, junio, http://oe.cd/ipstats.

OECD (2014), Product Market Regulation (PMR) Database, marzo, www.oecd.org/economy/pmr.

OECD (2013), "Modes of public funding of R&D: Interim results from the second round of data collection on GBAORD", internal working document of the Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI), OECD, París.

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2016), Education Database, junio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UIS (2016), Science, Technology and Innovation Database, julio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UN (United Nations) (2016), UN e-Government Survey, United Nations, NY., https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016 (consultado: 4 de octubre de 2016).

World Bank (2016), World Development Indicators (WDI) Databank, http://wdi.worldbank.org.

El presente documento y cualquier mapa incluido en él no afectan al estatus o la soberanía de ningún territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de ningún territorio, ciudad o área.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Mexico", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-76-en.

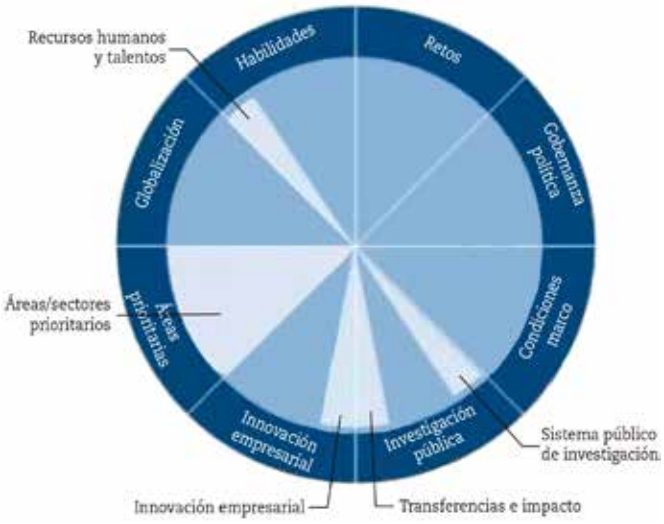
MÉXICO

Desde el 2013, el crecimiento económico de México se ha frenado, y la productividad laboral, que había permanecido en una pendiente lenta por varios años, no ha alcanzado el promedio de la OCDE a pesar de haberse levantado recientemente. Dentro de este contexto, el gobierno mexicano sigue reforzando los instrumentos y estrategias estipulados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) (2013-18) para garantizar el crecimiento socioeconómico sustentable. El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) (2014-18) fue diseñado para transformar a México en una economía basada en el conocimiento, mediante: 1) el incremento de la inversión nacional en CTI; 2) la formación de recursos humanos altamente calificados en ciencia y tecnología (RHCT); 3) el fortalecimiento del desarrollo regional; 4) la promoción de enlaces entre ciencia e industria; y 5) el desarrollo de infraestructura de CyT. Se espera que el presupuesto del gobierno federal para CTI crezca en 25.6% durante el periodo 2014-18, con un GID que crecerá a 1% del PIB para el 2018.

Cuadro 1. Gasto interno bruto en I+D (GIBID)

	MEX	OCDE
GIBID		
Millones de USD PPP, 2014	11683	1181495
Como % del total OCDE, 2014	1.0	100
Intensidad y crecimiento de GIBID		
Como % del PIB, 2014	0.54	2.38
(tasa de crecimiento anual, 2009-14)	(+9.8)	(+2.3)
GIBID con financiamiento público		
Como % del PIB, 2014	0.40	0.61
(tasa de crecimiento anual, 2009-14)	(+11.9)	(+2.5)

Figura 1. Principales prioridades de política de CTI, 2016



Temas candentes

Mejora general en recursos humanos y habilidades

El gasto público en educación superior como porcentaje del PIB es ligeramente menor que el valor medio de la OCDE (5[s]). Sin embargo, varios indicadores sugieren la necesidad de mejorar la escala y calidad del sistema educativo (5[t,v,w]). El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), principal organismo a cargo de la política de CTI en México, sigue atendiendo los retos de mejorar la calidad de los recursos humanos en CyT a través de varias iniciativas. El programa Jóvenes Talentos, introducido en 2014, proporciona becas para estudios de posgrado en México y en el exterior, promueve la creación de programas orientados a CyT y promueve internacionalmente las IES mexicanas. El Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) sigue mejorando la calidad de los programas de posgrado ofrecidos en las IES e IPI a través de un riguroso proceso de acreditación basado en estándares internacionales. En 2015, el PNPC lanzó una iniciativa para reconocer programas de posgrado con fuertes vínculos con la industria que se apegan a los estándares de calidad. Alrededor de 22 programas han sido aprobados, mientras otros siguen en evaluación.

Impulso a la innovación empresarial y emprendimiento innovador

Como en otros países latinoamericanos, la tasa de GEID respecto al PIB es inferior al valor medio de la OCDE (5 [d]). El CONACYT, que administra alrededor de 40% del presupuesto público de CTI, busca impulsar la I+D e innovación en las empresas, esencialmente a través de subsidios competitivos (9, 10). Su Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) ha demostrado su efectividad para estimular la innovación empresarial, particularmente en las PYME. El presupuesto total del Programa creció de 223 millones de dólares PPP (MXP 1 663 millones) en 2009 a un estimado de 500 millones de dólares PPP (MXP 4 000 millones) en 2014. Sin embargo, las condiciones marco en México no son de gran apoyo para el emprendimiento (5 [j]). El gobierno creó el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) en 2013 para apoyar a las PYME y administrar fondos para promover el crecimiento nacional, regional y sectorial a través del desarrollo del emprendimiento y el desarrollo de negocios. En 2014, el fondo de apoyo a la PYME (Fondo Pyme) y el Fondo Emprendedor se fusionaron en el Fondo Nacional Emprendedor, bajo la responsabilidad del INADEM. Las adquisiciones de gobierno se han identificado como el instrumento de política más relevante para apoyar la innovación empresarial (10). En 2012, México adoptó una nueva legislación para impulsar departamentos y dependencias para el desarrollo de proyectos de CyT en colaboración con IES e IPI, para la investigación en innovación aplicada o tecnológica. Y se ha asignado un Fondo para Inversión y Esquemas de Desarrollo Tecnológico de 126 mil dólares PPP (MXN 1 millón) del presupuesto de 2014 para promover las sociedades públicas. Además, en septiembre de 2016, el gobierno presentó una propuesta para implementar una deducción del impuesto sobre la renta empresarial de 30% de las inversiones en I+D. Se espera que este crédito fiscal para I+D quede implementado a mediados de 2017.

Apuntando a las áreas/sectores prioritarios

México es notoriamente activo en los sectores aeroespacial, automotriz, y de alimentos y bebidas, y muestra una relativamente fuerte especialización en biotecnología (8). Sin embargo, su desempeño relativo en TIC y tecnologías relacionadas con el medio ambiente se ha deteriorado significativamente durante la última década. El CONACYT ha reforzado hace

poco la orientación sectorial de varias de sus líneas de presupuesto. Los fondos sectoriales aportan recursos para I+D en áreas temáticas estratégicas, incluidos estudios ambientales y acceso al agua y a la silvicultura. En particular, el fondo SENER para la energía sustentable apoya el desarrollo de soluciones de CTI para la eficiencia energética, energías renovables, tecnologías limpias y la diversificación de las fuentes de energía. Los Fondos Mixtos (FOMIX), establecidos por el gobierno federal como fondos conjuntos CONACYT-Estado, promueven la investigación aplicada estatal y municipal. Además, el Fondo Institucional Ciencia financia redes de investigación temática y fondea a investigadores e IPI en áreas temáticas como biotecnología y biomedicina, nanotecnología, cómputo avanzado y energías alternativas.

Fortalecimiento del sistema público de investigación

El gasto público en I+D alcanzó 0.25% del PIB en 2011, aún por debajo del valor medio de la OCDE (5[a]). En reconocimiento a la importancia de fortalecer la infraestructura científica y tecnológica, el gobierno ha incrementado significativamente su financiamiento, de 37 millones de dólares PPP (MXP 285 millones) en 2011 a 140 millones de dólares PPP (MXP 1 097 millones) en 2013, en términos reales. En términos de producción científica, México está también muy por debajo del valor medio de la OCDE (5[c]). Para mejorar el desempeño de su sistema público de investigación, Cátedras CONACYT creó 799 nuevos puestos en universidades públicas e IPI durante el periodo 2014-2015. El objetivo de este programa es incrementar la participación de investigadores jóvenes en la investigación pública. En 2014, el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que reconoce la excelencia en investigación y ofrece incentivos monetarios a los investigadores de primer nivel, se hizo extensivo a investigadores de universidades privadas. El PND 2013-18 asignó más recursos para incrementar el número de afiliados. Buscando promover la digitalización de la información científica y el acceso abierto a ella en todo México, en 2009, el CONACYT y varias IPI e IES establecieron el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica, cuyo objetivo es facilitar la capacidad de estas instituciones para acceder a la información científica en formatos digitales, particularmente mediante el apoyo a la consulta de revistas y bases de datos internacionales. Más recientemente, en 2015, el CONACYT publicó los Lineamientos generales para el Repositorio Nacional y los Repositorios Institucionales; su objetivo es consolidar y facilitar el acceso a la información local e internacional derivada de actividades académicas y de CTI en formatos digitales. Ese mismo año, el CONACYT también liberó un conjunto de lineamientos técnicos sobre la creación de repositorios institucionales de acceso libre.

Mejoras en la transferencia de ciencia y sus retornos e impactos

México tiene débiles vínculos entre industria y ciencia, como se refleja en la baja proporción de I+D pública financiada por la industria y las escasas actividades de patentes realizadas por las universidades e IPI (5[o,p]). Varios instrumentos del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) del CONACYT tienen como meta promover los vínculos entre ciencia e industria al ofrecer incentivos financieros para la innovación, con énfasis en la cooperación entre IPI/IES y la industria en la transferencia de tecnología (véase la sección correspondiente a transferencia y comercialización de tecnología). Durante el periodo 2009-15, la proporción de proyectos conjuntos fondeados por el PEI creció en 17%. El fondo INNOVAPYME del CONACYT, que apoya las actividades de innovación de microempresas y PYME, aporta 50% del total de los gastos del proyecto si la empresa colabora con una IES o IPI, y solo 35% si no hay esta cooperación. Los gastos de las IES o IPI colaboradoras se financian en 90%. Su fondo

INNOVATEC, que apoya a grandes empresas, aporta 30% del gasto total para proyectos conjuntos con IES e IPI, y solo 22% sin la colaboración. Las IES o IPI colaboradoras se financian en 70%. El PROINNOVA financia el desarrollo de productos basados en investigación científica de vanguardia hasta en 70% de los gastos de las empresas, y 90% de las IES o IPI. Con objeto de impulsar la transferencia de tecnología y la comercialización de la investigación pública, la Secretaría de Economía y el CONACYT también han ofrecido apoyo para la creación y mejora de oficinas de transferencia del conocimiento (OTC). Los cambios legislativos han permitido que las IPI establezcan las condiciones para el uso de la propiedad intelectual (PI) generada por sus empleados y apropiarse de los beneficios económicos. El gobierno también apoya las OTC como facilitadoras de relaciones entre ciencia e industria a través de servicios de consultoría y apoyo al licenciamiento de tecnología y nuevas empresas. Finalmente, para promover la movilidad intersectorial, México liberó un Registro Nacional de Calidad de los Posgrados, es decir, una lista de Programas de Posgrado Industriales enlazados con el sector industrial, que se evalúan con base en la calidad de su programa formativo para científicos y técnicos, así como en su impacto social.

Algunos indicadores clave del desempeño en CTI

Figura 2. Desempeño económico

Productividad laboral, PIB por hora trabajada, índice 2005 = 100

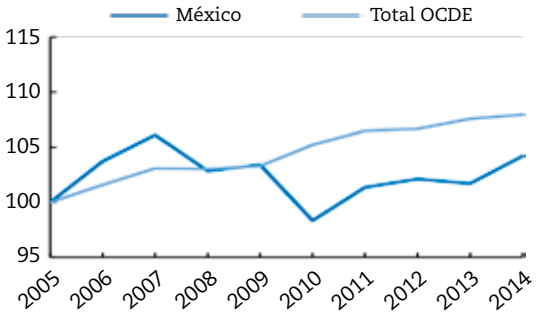


Figura 3. Desempeño en medio ambiente

Productividad verde, PIB por unidad de CO_2 emitido, índice 2005 = 100

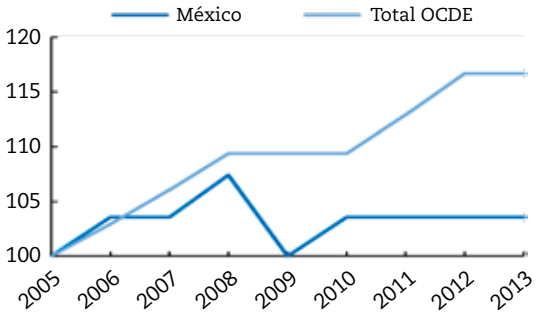
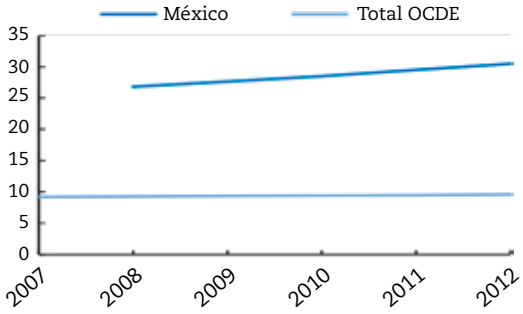


Figura 4. Inequidad en el ingreso

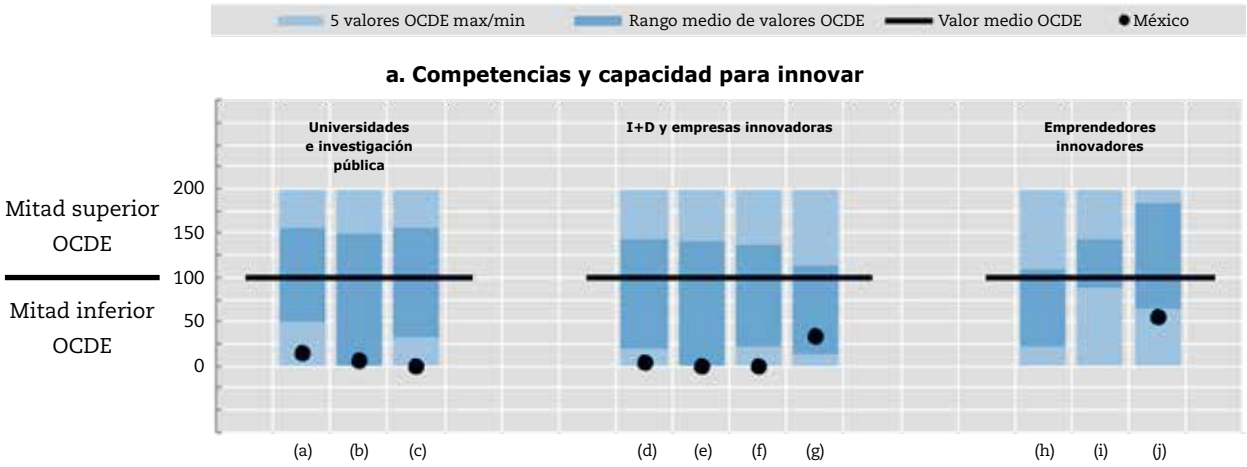
Relación de ingreso real utilizable neto por hogar, entre el decil más alto y el primer decil



Referente de sistemas nacionales de CTI

Figura 5. Ciencia e innovación en México

Desempeño comparativo de los sistemas nacionales de ciencia e innovación, 2016



(a) Gasto público en I+D (por PIB)

(b) 500 principales universidades (por PIB)

(c) Publicaciones en las principales revistas (por PIB)

(d) Gasto privado en I+D (por PIB)

(e) 500 principales inversionistas corporativos en I+D (por PIB)

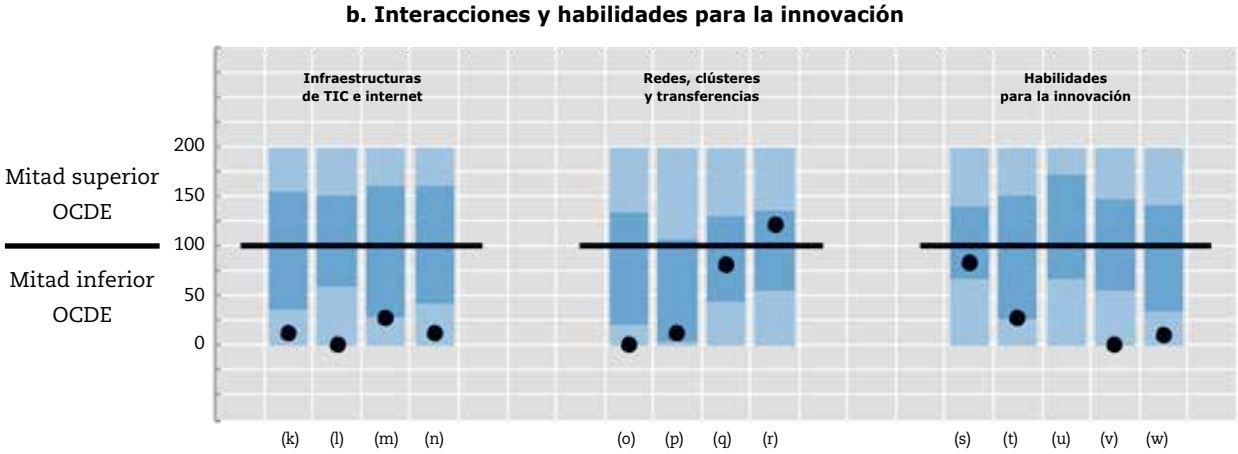
(f) Familias de patentes triádicas (por PIB)

(g) Marcas registradas (por PIB)

(h) Capital de riesgo (por PIB)

(i) Empresas jóvenes que patentan (por PIB)

(j) Índice de facilidad emprendedora



(k) Inversión en TIC (por PIB)

(l) Suscripciones fijas a banda ancha (por población)

(m) Suscripciones de banda ancha inalámbrica (por población)

(n) Índice de desarrollo de e-gobierno

(o) Gasto público en I+D financiado por la industria (por PIB)

(p) Patentes solicitadas por universidades y laboratorios públicos (por PIB)

(q) Coautorías internacionales (%)

(r) Coinvención internacional (%)

(s) Gasto en educación superior (por PIB)

(t) Nivel de educación superior de la población adulta

(u) Adultos con mejor desempeño en la solución de problemas tecnológicos (%)

(v) Jóvenes de 15 años con mejor desempeño en ciencias (%)

(w) Tasa de graduados en doctorado en ciencias e ingeniería (%)

Nota: Índice normalizado de desempeño relativo a los valores medios del área OCDE (valor medio del índice = 100).

Lo destacado del sistema mexicano de CTI

Nuevos retos

México enfrenta enormes retos socioeconómicos relacionados con un persistente bajo desempeño en productividad, alta inequidad en el ingreso y amenazas ambientales graves. La Ley General de Cambio Climático publicada en 2012 condujo a la creación del Programa Especial para el Cambio Climático, cuya meta es proveer soluciones rápidas que ayuden al país a adaptarse a este reto social. En particular, el Programa busca reducir la vulnerabilidad de grupos de población y negocios, y fortalecer la resiliencia de la infraestructura afectada, promover la conservación de los ecosistemas, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes que afectan la salud humana, y consolidar la política nacional de cambio climático en todos los niveles de gobierno. Más aún, el fondo SEP-CONACYT, establecido en 2015, asigna recursos a la investigación básica que puede generar soluciones innovadoras a los problemas nacionales, tener un impacto social u ofrecer aplicaciones prácticas para la alta tecnología. Ha aportado alrededor de 100 000 dólares por cada 140 proyectos.

Gobernanza de la política de CTI

El gobierno federal, que entró en funciones en 2012, introdujo cambios en la gobernanza de la CTI. La Coordinación de Ciencia, Tecnología e Innovación, ubicada en la Oficina de Presidencia, se creó en 2013 con la tarea de coordinar el CONACYT con los departamentos y dependencias federales relevantes, así como lograr un uso más efectivo y transparente de los recursos públicos. También se ha dado un giro en la política de evaluación encaminada hacia una evaluación de programas más intensiva y se ha prestado creciente atención a la determinación de los efectos de las políticas de CTI. En 2013 se introdujo un conjunto de indicadores clave de CTI en el Catálogo Nacional de Indicadores.

Infraestructuras de TIC e internet

Las infraestructuras de TIC en México están poco desarrolladas, en parte porque la industria local de las redes está protegida contra la competencia. La intensidad de la inversión local en TIC se mantiene baja, y hay pocas iniciativas del gobierno, según estándares de la OCDE ([5k,l,m,n]). De la misma forma, las tasas de adopción de TIC por las PYME se mantienen muy por debajo de las observadas en otros países de la OCDE. Sin embargo, México inició una rápida expansión de la penetración de fibra óptica en 2012, y los precios de entrada a la banda ancha fija se han recortado. La Estrategia Digital Nacional (2013) tiene como objetivo hacer de México un país líder en Latinoamérica en cuanto a digitalización, enfocándose en innovación y emprendimiento en economía digital, para mejorar la calidad de la educación con apoyo de las TIC, contribuir a la transformación del gobierno, garantizar acceso universal a los servicios de salud e incrementar la participación social. En esta línea, y como parte del Plan de Acción de la Alianza para el Gobierno Abierto 2013-15, la Ley de Datos Abiertos de 2015 ordena la apertura por defecto de los conjuntos de datos gubernamentales. La Agenda Nacional de Desarrollo Prosoft 3.0 busca hacer de México el segundo mayor exportador de TI mundial, y cuadruplicar el valor del sector. Prosoft 3.0 delinea las áreas estratégicas para los próximos 10 años, incluido el estímulo a los mercados digitales, el desarrollo de habilidades de TI y una cultura empresarial para la industria de las TI, el financiamiento de empresas de TI, la promoción de iniciativas locales y el impulso de la especialización inteligente basada en nichos de alto valor dentro de la

industria de las TI, la construcción de un marco legal favorable a la producción y adopción de TI, el impulso a la internacionalización de empresas locales de TI y la atracción de IED. En paralelo, Prosoft 3.0 sugiere medidas para asegurar la protección de datos personales y una mayor responsabilidad en su uso.

Globalización

México está muy abierto a los mercados mundiales, y comprometido con actividades internacionales de patentes (5[r]). Sin embargo, sus contactos con la comunidad académica global a través de la coautoría internacional son flojos (5[q]). El CONACYT mantiene diversos acuerdos de cooperación multilateral y bilateral, y ha otorgado varias becas enfocadas a impulsar la movilidad internacional en educación superior. Las áreas de cooperación en investigación incluyen la energía geotérmica, TIC y salud, en particular enfermedades crónicas (p. ej., diabetes), y preparación contra enfermedades infecciosas. El programa de Becas Internacionales apoyó a 4 196 beneficiarios que cursaron programas de posgrado en el extranjero en 2013. Si bien México está aún en proceso de definir una política institucional concreta para la internacionalización de su sistema de CTI con temas y áreas prioritarios claramente delimitados, su participación en el programa Horizonte Europeo 2020 ofrece una gran posibilidad de internacionalizar su sistema de investigación. Para apoyar la capitalización de esta oportunidad , el CONACYT aporta financiamiento adicional a instituciones e investigadores que han obtenido subsidios H2020.

Aspectos estructurales y especialización

Figura 6. Composición estructural del GEID, 2013 o año más reciente disponible

Como % del GEID total o partes de GEID

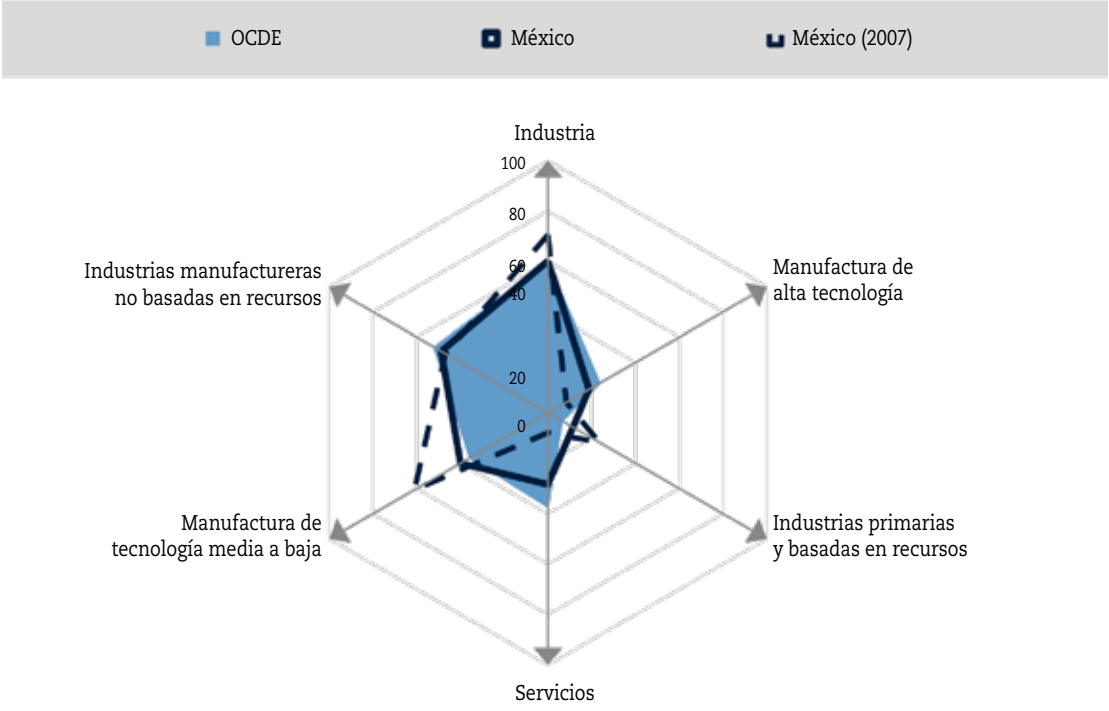
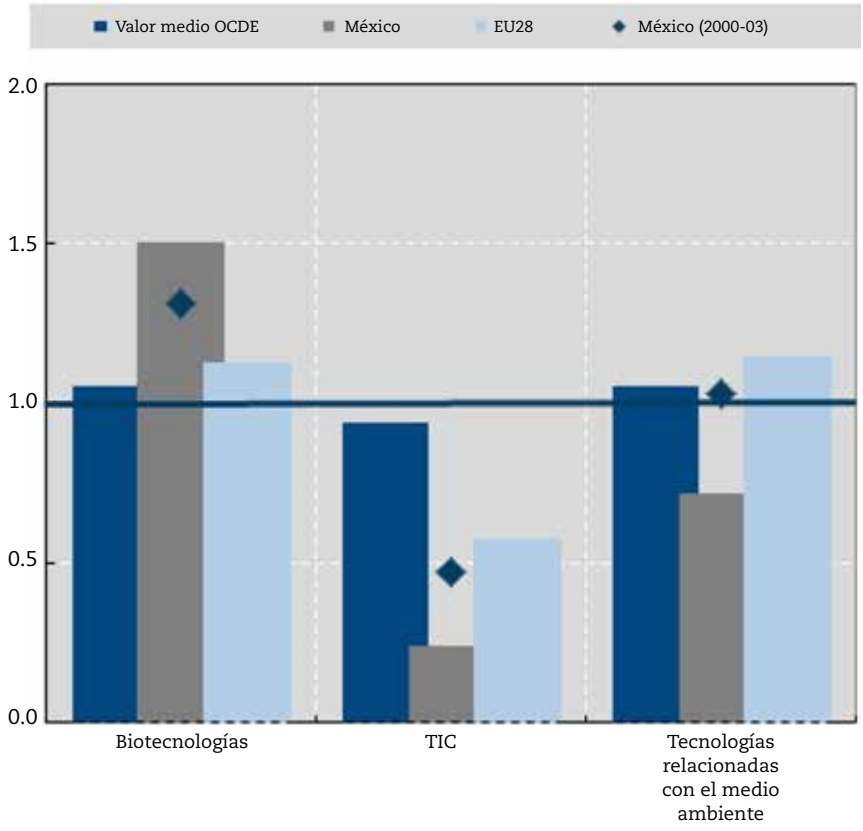


Figura 7. Ventaja tecnológica revelada en campos seleccionados, 2011-13

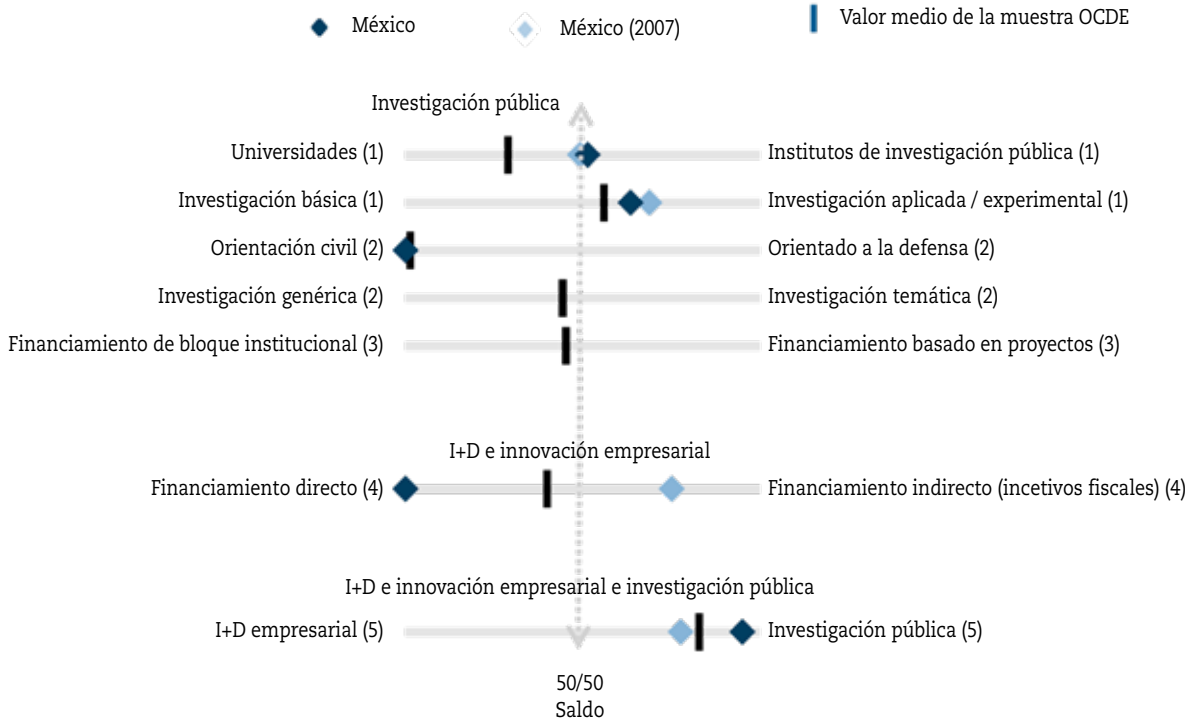
Índice basado en solicitudes de patentes de la familia IP5



Combinación de política nacional de la CTI

Figura 8. Asignación de fondos públicos para I+D, 2014 o año más reciente disponible

Por sector, tipo de I+D y forma de financiamiento



(1) Saldo como participación de la educación superior (GESID) y el gobierno (GIGID) en el gasto de I+D.

(2) Saldo como participación del total de asignaciones e inversiones del presupuesto de gobierno para I+D (AIPGID).

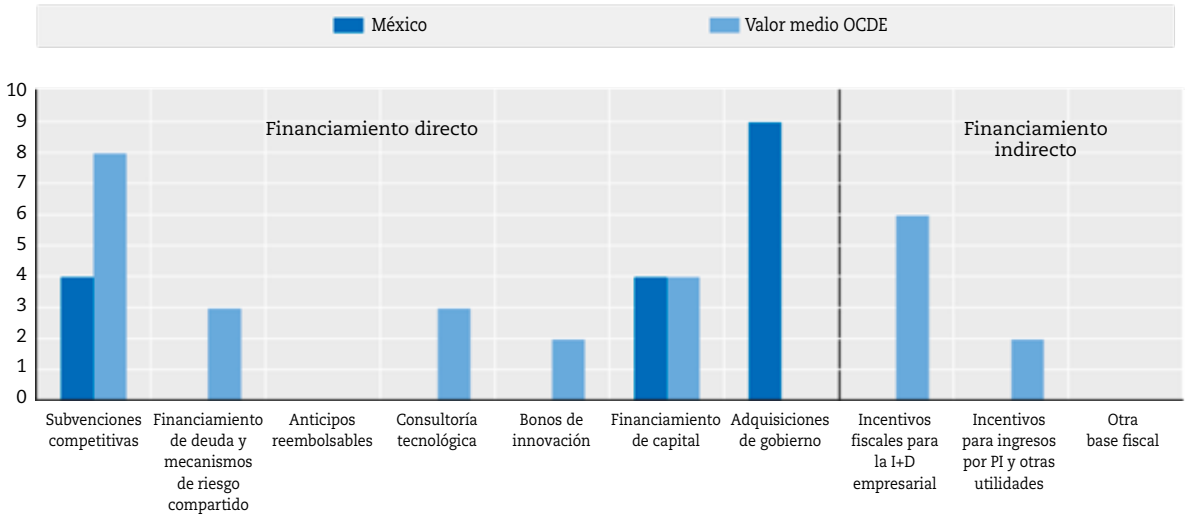
(3) Saldo como participación del financiamiento total a los actores nacionales.

(4) Saldo como participación del financiamiento indirecto (a través de incentivos fiscales para I+D) y el financiamiento directo (a través de subvenciones, suministro, préstamos, etc.).

(5) Saldo como participación de GESID y GIGID con financiamiento público y los componentes de (4).

Figura 9. Instrumentos de política más relevantes para el financiamiento de I+D empresarial, 2016

Autoevaluación del país, índice (9 = alta y creciente relevancia, 0 = no se usa)



Nota: La información de las políticas proviene de las respuestas de los países al *EC/OECD International Survey on STI Policies (STIP)* 2016 y 2014. Las respuestas de México están disponibles en EC/OCDE International Database en STI Policies, edición 2016 en http://qdd.oecd.org/DATA/STIPSurvey/MEX...STIO_2016.

Fuente: Consulte la guía de lectura y anexo metodológico.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933433969

Referencias

Referencias generales

Dernis H., M. Dosso, F. Hervás, V. Millot, M. Squicciarini y A. Vezzani (2015), World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP bundles, A JRC and OECD common report, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2015), EU R&D Scoreboard: The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, Luxemburgo, http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html (consultado: 4 de octubre de 2016).

Flanagan, K., E. Uyarra y M. Laranja (2010), "The policy mix for innovation: rethinking innovation policy in a multilevel, multi-actor context", Munich Personal RePEc Archive (MPRA) No. 23567, julio.

IEA (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2015, OECD Publishing, París, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2015-en

Kergroach, S. (2010), "Monitoring innovation and policies: developing indicators for analysing the innovation policy mix", internal working document of the Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), OECD, París.

Kergroach, S., J. Chicot, C. Petroli, J. Pruess, C. van OOijen, N. Ono, I. Perianez-Forte, T. Watanabe, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-a), "Mapping the policy mix for innovation: the OECD STI Outlook and the EC/OECD International STIP Database", OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Kergroach, S., J. Pruess, S. Fraccola y B. Serve, (forthcoming-b), "Measuring some aspects of the policy mix: exploring the EC/OECD International STI Policy Database for policy indicators", OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en.

OECD (2016), OECD Economic Outlook, Volume 2016 Issue 1, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-1-en.

OECD (2016), OECD Country Reviews of Innovation Policy, www.oecd.org/sti/inno/oecdreviewsofinnovationpolicy.htm.

OECD (2015), Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en.

OECD (2015), OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234178-en.

OCDE (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015), Entrepreneurship at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2015-en.

OECD (2015), National Accounts at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/na_glance-2015-en.

OECD (2015), The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en.

OECD (2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en.

OECD (2014), OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

OECD (2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress: OECD Indicators, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264111356-en.

OECD (2010), "The Innovation Policy Mix", in OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-48-en.

OECD (2010), Measuring Innovation: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264059474-en.

OECD and SCImago Research Group (CSIC), (2014), Compendium of Bibliometric Science Indicators 2014, http://oe.cd/scientometrics.

Van Steen, J. (2012), "Modes of public funding of R&D: Towards internationally comparable indicators", OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2012/4, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k98ssns1gzs-en.

Bases de datos y fuentes de datos

Academic Ranking of World Universities (2016), "Shanghai ranking academic ranking of World universities", www.shanghairanking.com (consultado: 4 de octubre de 2016).

Bureau Van Dijk (2011), ORBIS Database, Bureau Van Dijk Electronic Publishing.

EC/OECD (forthcoming), International Database on Science, Technology and Innovation Policies (STIP), edition 2016, www.innovationpolicyplatform.org/ecoecd-stip-database.

Elsevier B. V. (2014), Elsevier Research Intelligence, www.elsevier.com/online-tools/research-intelligence/products-and-services/scival (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Education and Training Databases, junio, http://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/database (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Total intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and source of funds, abril, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdfund&lang=en, (consultado: 4 de octubre de 2016).

Graham, S., G. Hancock, A. Marco y A. Myers (2013), "The USPTO Trademark Case Files Dataset: Descriptions, Lessons, and Insights", SSRN Working Paper, http://ssrn.com/abstract=2188621.

IEA (International Energy Agency) (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion Database, www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html.

ILO (International Labour Organization) (2016), Key Indicators of the Labour Market database, www.ilo.org/global/statistics-and-databases/research-and-databases/kilm/lang--en/index.htm, (consultado: 4 de octubre de 2016).

IMF (International Monetary Fund) (2016), World Economic Outlook (WEO) Databases, julio, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx (consultado: 4 de octubre de 2016).

ITU (International Telecommunication Union) (2016), World Telecommunication/ICT Indicators 2016, www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (consultado: 4 de octubre 2016).

OECD (2016), Activity of Multinational Enterprises (AMNE) Database, agosto, www.oecd.org/industry/ind/amne.htm.

OECD (2016), ANBERD Database, julio, www.oecd.org/sti/anberd.

OECD (2016), OECD Annual Labour Force Statistics Database, julio, www.oecd.org/employment/labour-stats/.

OECD (2016), Broadband Portal, agosto, www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm.

OECD (2016), OECD Education Databases, septiembre, http://gpseducation.oecd.org/

OECD (2016), Entrepreneurship Financing Database.

OECD (2016), Educational Attainment and Labour Force Status Database, https://data.oecd.org/education.htm.

OECD (2016), OECD Income Distribution Database, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm.

OECD (2016), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, junio, www.oecd.org/sti/msti.

OECD (2016), OECD National Accounts Databases, septiembre, www.oecd.org/std/na/.

OECD (2016), OECD/NESTI data collection on R&D tax incentives, julio, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm.

OECD (2016), Patent Database, junio, www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentdatabases.htm.

OECD (2016), Productivity Database, septiembre, www.oecd.org/std/productivity-stats.

OECD (2016), Programme of International Students Assessment (PISA) Database, OECD Education Statistics, junio, www.pisa.oecd.org.

OECD (2016) Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) Database, OECD Education Statistics, junio, www.oecd.org/skills/piaac/surveyofadultskills.htm.

OECD (2016), Research and Development Statistics (RDS) Database, abril, www.oecd.org/sti/rds.

OECD (2016), STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, junio, http://oe.cd/ipstats.

OECD (2014), Product Market Regulation (PMR) Database, marzo, www.oecd.org/economy/pmr.

OECD (2013), "Modes of public funding of R&D: Interim results from the second round of data collection on GBAORD", internal working document of the Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI), OECD, París.

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2016), Education Database, junio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UIS (2016), Science, Technology and Innovation Database, julio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UN (United Nations) (2016), UN e-Government Survey, United Nations, NY., https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016 (consultado: 4 de octubre de 2016).

World Bank (2016), World Development Indicators (WDI) Databank, http://wdi.worldbank.org.

El presente documento y cualquier mapa incluido en él no afectan al estatus o la soberanía de ningún territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de ningún territorio, ciudad o área.

Texto publicado originalmente por la OCDE bajo el título: OECD (2016), "Peru", en *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-80-en.

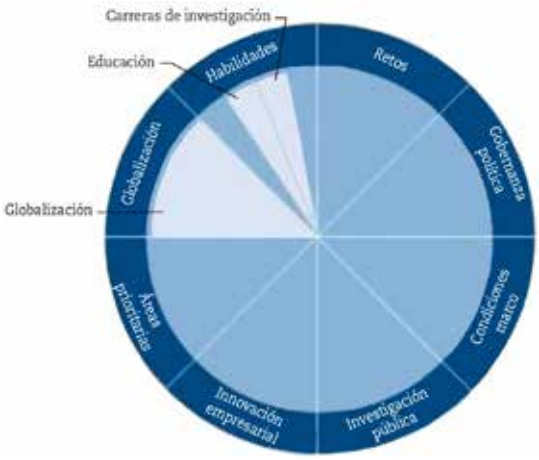
PERÚ

Perú es un país latinoamericano rico en recursos, cuyo crecimiento ha sido impulsado por las exportaciones de materias primas, en especial de productos agrícolas, hidrocarburos y minerales, que representan casi tres cuartas partes del total de sus exportaciones. Las grandes trasnacionales han desempeñado un papel clave en la industria minera nacional y la integración del país a las cadenas de valor globales. Las tasas de crecimiento reciente de Perú han sido impresionantes, con grandes avances en el combate a la pobreza. Desde el 2000, el crecimiento del PIB ha promediado 5% anual, en comparación con el promedio latinoamericano de 3.2% y el promedio de 2% de la OCDE. Aunque la tasa de desempleo se mantiene baja, 46% de los trabajadores peruanos permanece en empleo vulnerable (figura 3). También hay un gran sector informal, cercano a 70% del empleo total, que contribuye a los bajos niveles de productividad. Las zonas de persistente pobreza en áreas rurales coexisten con la capital, Lima, donde se ubica la mayor parte de los servicios de alto valor, la manufactura, el transporte y la logística del país. Los altos niveles de informalidad, bajos niveles de habilidades e innovación, infraestructura subdesarrollada y grandes disparidades entre las regiones, pesan en las perspectivas de desarrollo de Perú. En vista de la caída de los precios globales de las materias primas, Perú está experimentando una transición de una economía de exportación de materias primas a una orientada a la industria y los servicios. El Plan Nacional de Diversificación de la Producción (PNDP) se implementó en 2014 y tiene como objetivo promover la diversificación de la estructura productiva del país.

Cuadro 1. Gasto interno bruto en I+D (GIBID)

	PER	OCDE
GIBID		
Millones de USD PPP, 2004	263	1 181 495
Como % del total OCDE, 2004	0.0	100
Intensidad y crecimiento de GIBID		
Como % del PIB, 2004	0.16	2.38
(tasa de crecimiento anual, 2009-14)	n.a.	(+2.3)
GIBID con financiamiento público		
Como % del PIB, 2014	n.a.	0.61
(tasa de crecimiento anual, 2009-14)	n.a.	(+2.5)

Figura 1. Principales prioridades de política de CTI, 2016



Temas candentes

Mejoras en el sistema educativo

Perú está muy por detrás de la mayoría de los países latinoamericanos en términos de inversión en capital humano, calidad del empleo y educación. Aunque el porcentaje de adultos con educación superior se mantiene en el rango medio de los valores de la OCDE, el desempeño en ciencias de los estudiantes es muy bajo (figura 4[t,v]). Durante los últimos cuatro años, el gobierno ha incrementado el financiamiento y atención otorgados al sector educativo en general. La nueva Ley Universitaria (N 30220, 2014) ha introducido importantes reformas destinadas a mejorar la calidad y relevancia de la I+D pública y mantener la autonomía de las universidades. Uno de los hitos de esta ley es la creación de la SUNEDU (Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria), organismo que supervisa y controla la calidad de las universidades y regula los fondos públicos que se les asignan. La profesión de maestro en Perú enfrenta muchos retos que afectan negativamente la calidad de la educación en todos los niveles educativos. En 2012, se aprobó la Ley de Reforma Magisterial para mejorar la calidad de la enseñanza en las escuelas públicas. La reforma se enfoca en la introducción de criterios basados en el desempeño dentro del desarrollo de la carrera magisterial, mejores condiciones de trabajo, y en incentivar esquemas que promuevan el desarrollo profesional continuo.

Mejorar el atractivo de las carreras científicas y de investigación

El financiamiento para la investigación dirigido a estudiantes de doctorado y científicos con doctorado es bajo en términos de los estándares de la OCDE. Con frecuencia se ven forzados a tomar empleos adicionales y terminan siguiendo sus carreras científicas en el extranjero, lo que da como resultado la fuga de cerebros. Por tanto, el gobierno ha establecido nuevos fondos y subsidios dirigidos específicamente a promover carreras en ciencia y tecnología. El Directorio Nacional de Investigadores reúne científicos altamente calificados que pueden ser asignados a universidades, centros de investigación y empresas. Para institucionalizar las alianzas científicas bilaterales, se creó en 2015 el Fondo para Ciencia e Innovación entre Perú y el Reino Unido. El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONCYTEC) y la Oficina de Mancomunidad con el Extranjero (FCO) del Reino Unido financian estadías de investigación y proyectos conjuntos de científicos peruanos y británicos para impulsar la transferencia internacional de habilidades de alto nivel. La FCO suministra hasta 1 millón de dólares PPP (GBP 0.7 millones), de los cuales 0.5 millones de dólares PPP (GBP 0.3 millones) serán transferidos al CONCYTEC.

Afrontar los retos de la globalización de la CTI y la creciente cooperación internacional

En 2015, Perú revisó su plan de exportación a 10 años para diversificar las exportaciones, promover la coordinación entre el sector privado y el público, y desarrollar su posición como exportador regional de productos y servicios. El plan se centra en el desarrollo de sectores de servicios basados en tecnología, como *software,* electrónica, consultoría en ingeniería y franquicias para mejorar la sofisticación y productividad. De acuerdo con el PNDP, el plan de exportación también enfatiza las posibilidades de las empresas peruanas para integrar cadenas de valor globales.

Algunos indicadores clave del desempeño en CTI

Figura 2. Desempeño en medio ambiente

Productividad verde, PIB por unidad de CO_2 emitido, índice 2005 = 100

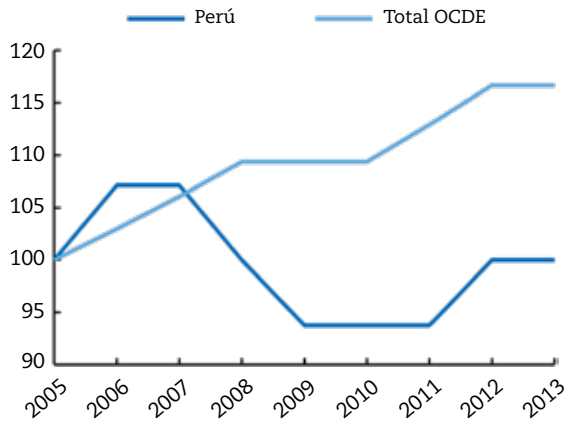
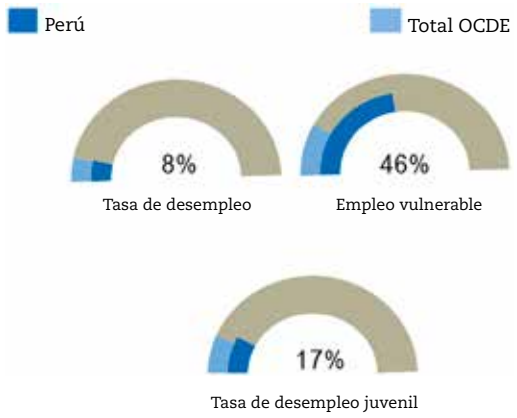


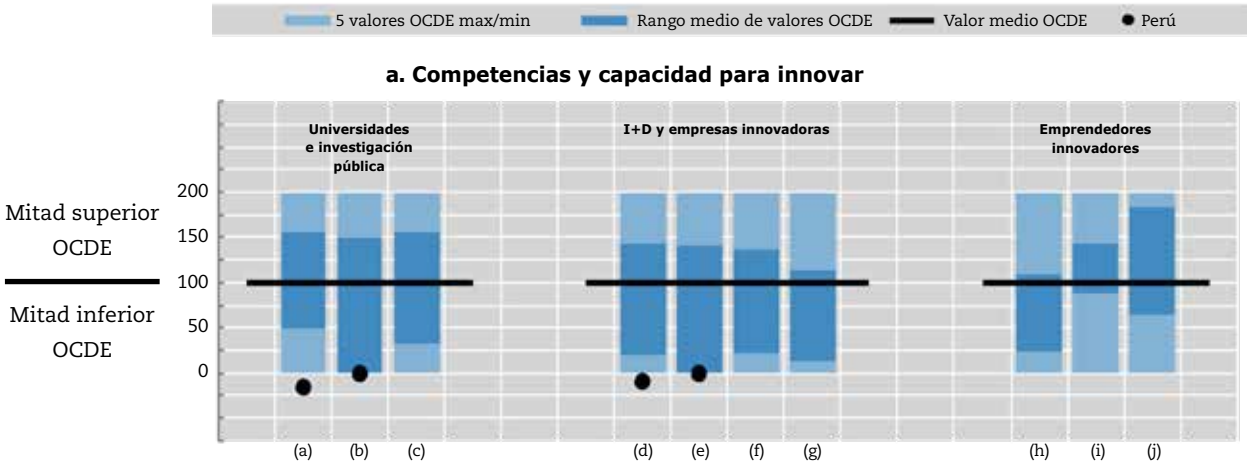
Figura 3. Desempleo 2015 o el año más reciente disponible, porcentajes



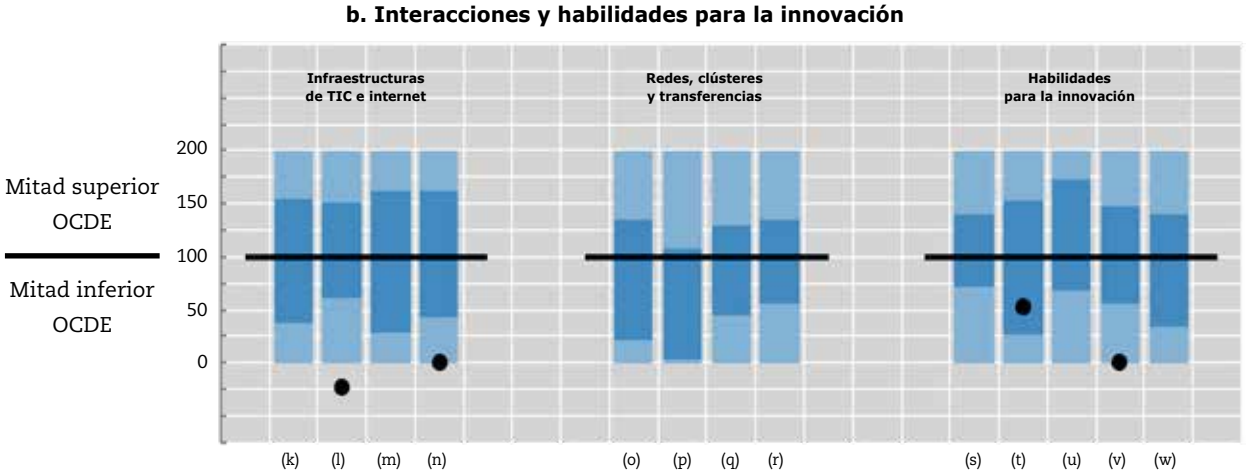
Algunos indicadores clave del desempeño en CTI

Figura 4. Ciencia e innovación en Perú

Desempeño comparativo de los sistemas nacionales de ciencia e innovación, 2016



(a) Gasto público en I+D (por PIB)
(b) 500 principales universidades (por PIB)
(c) Publicaciones en las principales revistas (por PIB)
(d) Gasto privado en I+D (por PIB)
(e) 500 principales inversionistas corporativos en I+D (por PIB)
(f) Familias de patentes triádicas (por PIB)
(g) Marcas registradas (por PIB)
(h) Capital de riesgo (por PIB)
(i) Empresas jóvenes que patentan (por PIB)
(j) Índice de facilidad emprendedora



(k) Inversión en TIC (por PIB)
(l) Suscripciones fijas a banda ancha (por población)
(m) Suscripciones de banda ancha inalámbrica (por población)
(n) Índice de desarrollo de e-gobierno
(o) Gasto público en I+D financiado por la industria (por PIB)
(p) Patentes solicitadas por universidades y laboratorios públicos (por PIB)
(q) Coautorías internacionales (%)
(r) Coinvención internacional (%)
(s) Gasto en educación superior (por PIB)
(t) Nivel de educación superior de la población adulta
(u) Adultos con mejor desempeño en la solución de problemas tecnológicos (%)
(v) Jóvenes de 15 años con mejor desempeño en ciencias (%)
(w) Tasa de graduados en doctorado en ciencias e ingeniería (%)

Nota: Índice normalizado de desempeño relativo a los valores medios del área OCDE (valor medio del índice = 100).

Lo destacado del sistema peruano de CTI

Nuevas fuentes de crecimiento

En 2015, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) inició la implementación del Programa Nacional de Innovación Agraria con el objetivo de mejorar la rentabilidad y la competitividad del sector agrícola, principalmente a través de la adopción de tecnologías sustentables y seguras para el medio ambiente. Este programa tiene un presupuesto de 176 millones de dólares PPP (PEN 600 millones) y es financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y el gobierno. Las políticas regionales extendidas son uno de los principales elementos de la nueva política industrial. En 2015 se implementó un programa de especialización inteligente para el sur de Perú, con áreas prioritarias transversales, principalmente biotecnología, nanomateriales, TIC y medio ambiente.

Nuevos retos

Perú enfrenta un conjunto de retos de seguridad, salud y medio ambiente. Su desempeño ambiental mejoró entre 2011 y 2012, pero se frenó entre 2012 y 2013 en un nivel aún bajo (figura 2). Lima es una de las ciudades sudamericanas más afectadas por la contaminación del aire, de acuerdo con un estudio de 2014 de la Organización Mundial de la Salud. En 2016, el CONCYTEC lanzó el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Es una importante política de CTI para apoyar la innovación para el crecimiento verde. Los objetivos principales son: 1) fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINACYT) en el área medioambiental; 2) mejorar la cooperación entre los diferentes actores; 3) incrementar el número de investigadores sobre retos ambientales; y 4) promover iniciativas de investigación que atiendan los retos ambientales y mejoren la infraestructura y equipamiento de las IPI. Estos instrumentos están alineados con la Estrategia de Investigación Ambiental 2010-21 del Ministerio del Ambiente, que incluye 157 líneas prioritarias de investigación sobre asuntos ambientales.

Gobernanza de la política de CTI

El primer censo de I+D fue realizado en 2016 por el CONCYTEC en coordinación con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para obtener datos básicos sobre gasto y recursos humanos en universidades e instituciones de investigación destinados a la I+D.

Innovación en las empresas

En 2015, el Foro Económico Mundial identificó a la ineficiente burocracia gubernamental como el mayor reto para hacer negocios en Perú. El Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovar a Perú) se estableció en 2014, en concordancia con el PNDP. Su principal objetivo es fortalecer y promover la innovación en el sector privado. El programa administra tres fondos (FINCYT, FIDECOM y FOMITEC), parcialmente en colaboración con el CONCYTEC. El gobierno pone especial énfasis en los subsidios competitivos para apoyar la I+D y la innovación en las empresas, así como incentivos fiscales indirectos, consultoría tecnológica y programas de extensión (figura 5). Más aún, en 2014 se implementó un programa con fondos públicos para proporcionar capital semilla a empresas nuevas con planes de negocio prometedores.

Infraestructuras de TIC e internet

Las estadísticas sobre suscripciones de banda ancha fija indican que el acceso generalizado a internet se encuentra aún en etapas tempranas de adopción (figura 4l), aunque se ha expandido recientemente en los departamentos más urbanizados. En 2013, casi 40% de los hogares en Lima y Callao contaban con acceso a internet. La integración y aplicación de servicios en línea por parte del gobierno, medido por el índice de desarrollo de e-gobierno, es pobre en términos de los estándares OCDE (figura 4n).

Transferencia y comercialización de tecnología

Dos iniciativas promueven la transferencia de tecnología y conocimiento en Perú actualmente: los Centros de Excelencia, iniciativa Cienciactiva, lanzada en 2014, y el Programa de Transferencia de Tecnología. Esta última fue implementada por CONCYTEC en 2016 y su objetivo es crear oficinas de transferencia de tecnología responsables del manejo de la propiedad intelectual y transferencia de tecnología en universidades e institutos de investigación. El programa promoverá enlaces entre IPI y empresas, la creación de empresas derivadas universitarias y el desarrollo de parques tecnológicos.

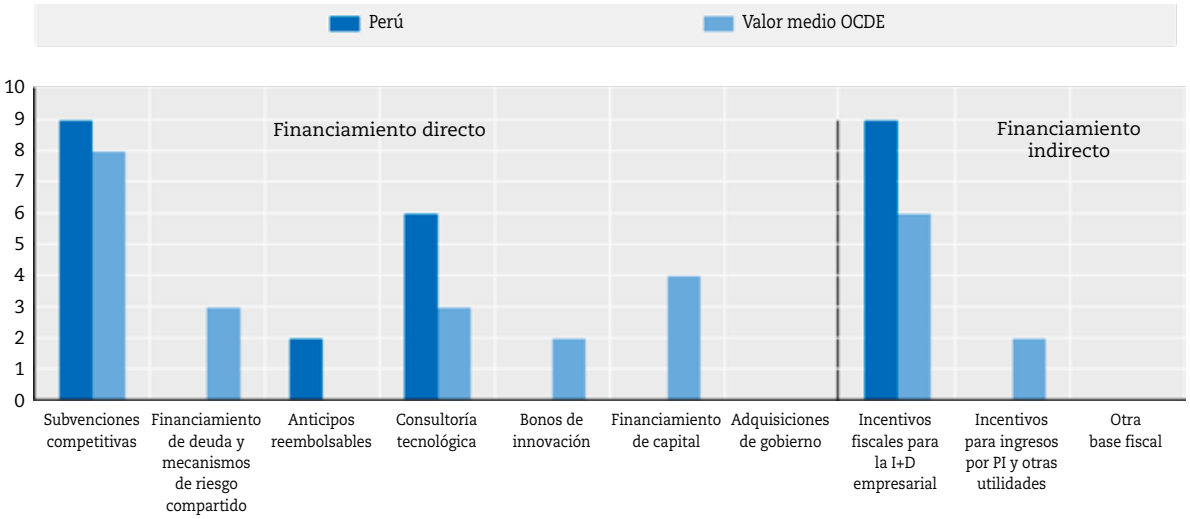
Habilidades para la innovación

Con el objetivo general de construir una más amplia cultura de la innovación, el CONCYTEC lanzó el Programa para la Popularización de la CTI (2016-21). Medidas específicas incluyen el museo de CTI, el Proyecto de la Semana de la Ciencia, EUREKA y la feria de ciencias de Perú Con Ciencia. La Feria Escolar Nacional de Ciencia y Tecnología (EUREKA) tiene como objetivo estimular el ingenio, la creatividad y las habilidades para la experimentación de los estudiantes. La feria de las ciencias de Perú, Con Ciencia, representa la mayor exhibición anual de proyectos de CTI en Perú y atrajo a más de 30 000 visitantes en 2015.

Combinación de política nacional de la CTI

Figura 5. Instrumentos de política más relevantes para el financiamiento de I+D empresarial, 2016

Autoevaluación del país, índice (9 = alta y creciente relevancia, 0 = no se usa)



Nota: La información de las políticas proviene de las respuestas de los países al *EC/OECD International Survey on STI Policies (STIP)* 2016 y 2014. Las respuestas de Perú están disponibles en EC/OCDE International Database en STI Policies, edición 2016 en http://qdd.oecd.org/DATA/STIPSurvey/PER...STIO_2016.

Fuente: Consulte la guía de lectura y anexo metodológico.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888933434002

Referencias

Referencias generales

Dernis H., M. Dosso, F. Hervás, V. Millot, M. Squicciarini y A. Vezzani (2015), World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP bundles, A JRC and OECD common report, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2015), EU R&D Scoreboard: The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, Luxemburgo, http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html (consultado: 4 de octubre de 2016).

Flanagan, K., Uyarra E. y Laranja M. (2010), "The policy mix for innovation: rethinking innovation policy in a multilevel, multi-actor context", Munich Personal RePEc Archive (MPRA) No. 23567, julio.

IEA (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2015, OECD Publishing, París, DOI: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2015-en.

Kergroach, S. (2010), "Monitoring innovation and policies: developing indicators for analysing the innovation policy mix", internal working document of the Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI), OECD, París.

Kergroach, S., J. Chicot, C. Petroli, J. Pruess, C. van OOijen, N. Ono, I. Perianez-Forte, T. Watanabe, S, Fraccola y B. Serve, (forthcoming-a), "Mapping the policy mix for innovation: the OECD STI

Outlook and the EC/OECD International STIP Database", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

Kergroach, S., J. Pruess, S. Fraccola y B. Serve (forthcoming-b), "Measuring some aspects of the policy mix: exploring the EC/OECD International STI Policy Database for policy indicators", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eag-2016-en.

OECD (2016), OECD Economic Outlook, Volume 2016 Issue 1, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2016-1-en.

OECD (2016), OECD Country Reviews of Innovation Policy, www.oecd.org/sti/inno/oecdreviewsofinnovationpolicy.htm.

OECD (2015), Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 indicators, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2015-en.

OECD (2015), OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264234178-en.

OCDE (2015), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en.

OCDE (2015), OECD Digital Economy Outlook 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264232440-en.

OECD (2015), Entrepreneurship at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/entrepreneur_aag-2015-en.

OECD (2015), National Accounts at a Glance 2015, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/na_glance-2015-en.

OECD (2015), The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264239814-en.

OECD (2014), Measuring the Digital Economy: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264221796-en.

OECD (2014), OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-en.

OECD (2011), Towards Green Growth: Monitoring Progress: OECD Indicators, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264111356-en.

OECD (2010), "The Innovation Policy Mix", in OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-48-en.

OECD (2010), Measuring Innovation: A New Perspective, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/9789264059474-en.

OECD and SCImago Research Group (CSIC), (2014), Compendium of Bibliometric Science Indicators 2014, http://oe.cd/scientometrics.

Van Steen, J. (2012), "Modes of public funding of R&D: Towards internationally comparable indicators", OCDE Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2012/4, OECD Publishing, París, http://dx.doi.org/10.1787/5k98ssns1gzs-en.

Bases de datos y fuentes de datos

Academic Ranking of World Universities (2016), "Shanghai ranking academic ranking of World universities", www.shanghairanking.com (consultado: 4 de octubre de 2016).

Bureau Van Dijk (2011), ORBIS Database, Bureau Van Dijk Electronic Publishing.

EC/OECD (forthcoming), International Database on Science, Technology and Innovation Policies (STIP), edition 2016, www.innovationpolicyplatform.org/ecoecd-stip-database.

Elsevier B.V. (2014), Elsevier Research Intelligence, www.elsevier.com/online-tools/research-intelligence/products-and-services/scival (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Education and Training Databases, junio, http://ec.europa.eu/eurostat/web/education-and-training/data/database (consultado: 4 de octubre de 2016).

Eurostat (2016), Total intramural R&D expenditure (GERD) by sectors of performance and source of funds, abril, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_e_gerdfund&lang=en (consultado: 4 de octubre de 2016).

Graham, S., G. Hancock, A. Marco y A. Myers (2013), "The USPTO Trademark Case Files Dataset: Descriptions, Lessons, and Insights", SSRN Working Paper, http://ssrn.com/abstract=2188621.

IEA (International Energy Agency) (2015), CO_2 Emissions from Fuel Combustion Database, www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html.

ILO (International Labour Organization) (2016), Key Indicators of the Labour Market database, www.ilo.org/global/statistics-and-databases/research-and-databases/kilm/lang--en/index.htm (consultado: 4 de octubre de 2016).

IMF (International Monetary Fund) (2016), World Economic Outlook (WEO) Databases, julio, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx (consultado: 4 de octubre de 2016).

ITU (International Telecommunication Union) (2016), World Telecommunication/ICT Indicators 2016, www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (consultado: 4 de octubre 2016).

OECD (2016), Activity of Multinational Enterprises (AMNE) Database, agosto, www.oecd.org/industry/ind/amne.htm.

OECD (2016), ANBERD Database, julio, www.oecd.org/sti/anberd.

OECD (2016), OECD Annual Labour Force Statistics Database, julio, www.oecd.org/employment/labour-stats/.

OECD (2016), Broadband Portal, agosto, www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm.

OECD (2016), OECD Education Databases, septiembre, http://gpseducation.oecd.org/.

OECD (2016), Entrepreneurship Financing Database.

OECD (2016), Educational Attainment and Labour Force Status Database, https://data.oecd.org/education.htm.

OECD (2016), OECD Income Distribution Database, www.oecd.org/social/income-distribution-database.htm.

OECD (2016), Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database, junio, www.oecd.org/sti/msti.

OECD (2016), OECD National Accounts Databases, septiembre, www.oecd.org/std/na/.

OECD (2016), OECD/NESTI data collection on R&D tax incentives, julio, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm.

OECD (2016), Patent Database, junio, www.oecd.org/sti/inno/oecdpatentdatabases.htm.

OECD (2016), Productivity Database, septiembre, www.oecd.org/std/productivity-stats.

OECD (2016), Programme of International Students Assessment (PISA) Database, OECD Education Statistics, junio, www.pisa.oecd.org.

OECD (2016) Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) Database, OECD Education Statistics, junio, www.oecd.org/skills/piaac/surveyofadultskills.htm.

OECD (2016), Research and Development Statistics (RDS) Database, abril, www.oecd.org/sti/rds.

OECD (2016), STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, junio, http://oe.cd/ipstats.

OECD (2014), Product Market Regulation (PMR) Database, marzo, www.oecd.org/economy/pmr.

OECD (2013), "Modes of public funding of R&D: Interim results from the second round of data collection on GBAORD", internal working document of the Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (NESTI), OECD, París.

UIS (UNESCO Institute for Statistics) (2016), Education Database, junio, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=EDULIT_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UIS (2016), Science, Technology and Innovation Database, July, http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS (consultado: 4 de octubre de 2016).

UN (United Nations) (2016), UN e-Government Survey, United Nations, NY. https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016 (consultado: 4 de octubre de 2016).

World Bank (2016), World Development Indicators (WDI) Databank, http://wdi.worldbank.org

El presente documento y cualquier mapa incluido en él no afectan al estatus o la soberanía de ningún territorio, a la delimitación de fronteras y límites internacionales, ni al nombre de ningún territorio, ciudad o área.

Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016 (Extractos)

Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016 es una selección de extractos de la publicación original OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016 que pretende informar a los responsables políticos y analistas acerca de los cambios recientes y futuros en las tendencias globales de ciencia, tecnología e innovación (ITS) y sus implicaciones potenciales en y para los sistemas nacionales y políticas internacionales de CTI. Con base en los datos disponibles más recientes para la región, esta edición proporciona un análisis comparativo de las nuevas políticas e instrumentos que se utilizan en los países miembros de la OCDE y en importantes economías emergentes (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú) para aumentar la contribución de la ciencia y la innovación al crecimiento y a los desafíos mundiales y sociales. Aquí encontrará disponibles los perfiles detallados de los países mencionados.

Esta edición especial en español fue solo posible gracias al apoyo de Microsoft América Latina.

Índice

Resumen ejecutivo

Capítulo 1. Megatendencias relacionadas con la ciencia, la tecnología y la innovación

Capítulo 2. Tendencias tecnológicas a futuro

Anexo por países

-Argentina

-Brasil

-Chile

-Colombia

-Costa Rica

-México

-Perú

www.oecd.org/sti/outlook

Puede consultar la obra origianal: OECD (2016), OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016, OECD Publishing, París, en http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en