

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

*Hacia 2030*

Informe Regional de América Latina y el Caribe



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

Ediciones  
UNESCO

## Informe Regional de América Latina y el Caribe

Extracto del Informe de la UNESCO sobre la Ciencia: hacia 2030, publicado en inglés en 2015 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia

© UNESCO 2018

Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-NoDerivs 3.0 IGO (CC-BY-ND 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto ([www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbbynd-sp](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbbynd-sp)).

Título original: *UNESCO Science Report: towards 2030*

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO ni comprometen a la Organización.

Diseño gráfico y maquetación: Baseline Arts Ltd, Oxford, Reino Unido

Diseño de cubierta: Corinne Hayworth

Fotografía de cubierta: © Bygermina/Shutterstock.com

/

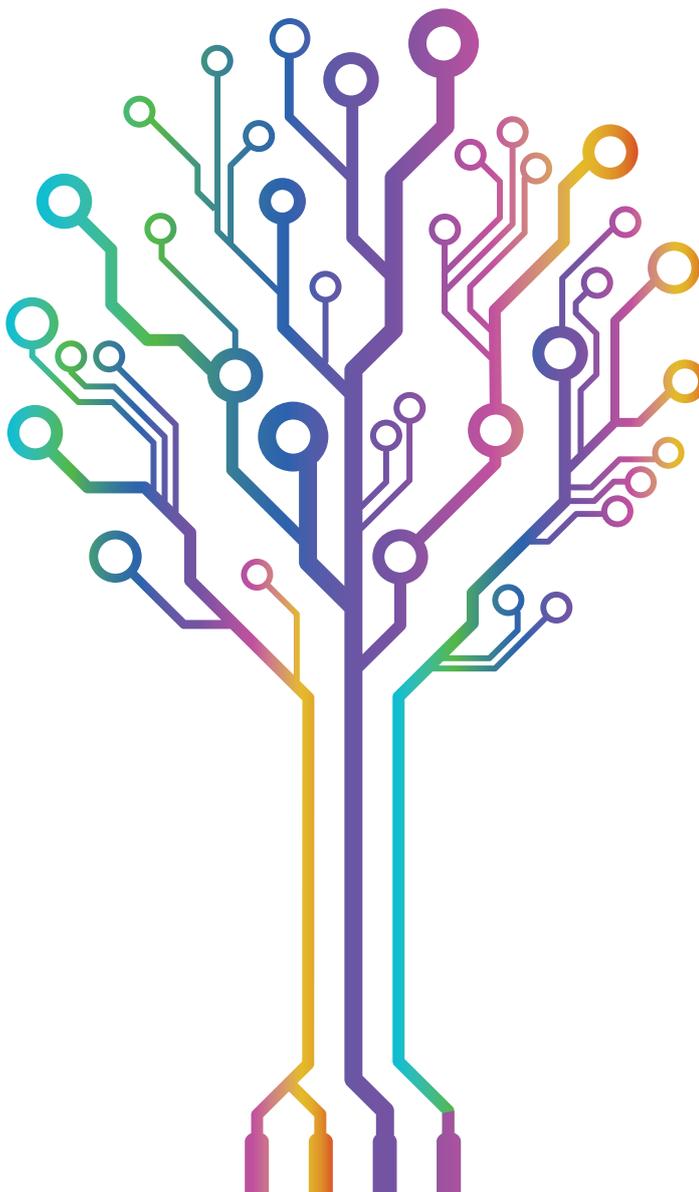


Ediciones  
UNESCO

Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA *Hacia 2030*

Informe Regional de América Latina y el Caribe





*Cada vez más países se enfrentan a una serie de dilemas comunes, tales como la dificultad de encontrar un equilibrio entre la participación local e internacional en investigación, o entre la ciencia básica y la aplicada, la generación de nuevos conocimientos y de conocimientos comercializables, o la oposición entre ciencia para el bien común y ciencia para impulsar el comercio.*

**Luc Soete, Susan Schneegans, Deniz Eröcal, Baskaran Angathevar y Rajah Rasiah**

# 1. Un mundo en busca de una estrategia eficaz de crecimiento

Luc Soete, Susan Schneegans, Deniz Eröcal, Baskaran Angathevar y Rajah Rasiah

## INTRODUCCIÓN

Hace ya dos décadas que el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* cartografía de forma periódica la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en todo el mundo. Dado que la CTI no evoluciona en el vacío, esta última edición resume la evolución desde 2010 con el telón de fondo de las tendencias socioeconómicas, geopolíticas y medioambientales que han contribuido a conformar la política y gestión contemporáneas de la CTI.

Más de 50 expertos han contribuido al presente informe, cada uno de ellos cubriendo la región o el país del que proceden. La ventaja de un informe quinquenal es que puede centrarse en las tendencias a largo plazo, en vez de obsecarse en descripciones de fluctuaciones anuales a corto plazo que rara vez aportan valor en materia de políticas e indicadores de ciencia y tecnología.

## FACTORES CLAVE PARA LA POLÍTICA Y GESTIÓN DE LA CTI

### Los acontecimientos geopolíticos han remodelado la ciencia en numerosas regiones

En los últimos cinco años se han producido importantes cambios geopolíticos con repercusiones significativas para la ciencia y la tecnología. Mencionaremos tan solo unos pocos: la Primavera Árabe en 2011; el pacto nuclear con el Irán en 2015; y la creación de la Comunidad Económica de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN) en 2015.

A primera vista, muchos de estos acontecimientos tienen poco que ver con la ciencia y la tecnología; sin embargo, a menudo han tenido una influencia indirecta significativa. En Egipto, por ejemplo, se ha producido un cambio radical en la política de CTI desde la Primavera Árabe. El nuevo Gobierno considera que apostar por la economía del conocimiento es la mejor forma de crear un motor de crecimiento eficaz. La Constitución promulgada en 2014 da mandato al Estado para que dedique el 1% del PIB a investigación y desarrollo (I+D) y estipula que el "Estado garantiza la libertad de investigación científica y promueve sus instituciones como un medio para conseguir la soberanía nacional y construir una economía del conocimiento que dé respaldo a los investigadores e inventores" (capítulo 17).

En Túnez, el año transcurrido ha aportado una gran libertad académica y ha permitido a los científicos establecer vínculos

más estrechos con sus homólogos de otros países; Libia, por otra parte, se enfrenta a un levantamiento militar, lo que resulta poco esperanzador para una rápida reactivación de la ciencia y la tecnología. Siria está inmersa en la agonía de una guerra civil. Mientras tanto, la porosidad de las fronteras políticas derivada de la agitación política de la Primavera Árabe ha permitido que prosperen diversos grupos terroristas oportunistas. Estas milicias, de una violencia inusitada, no sólo suponen una amenaza para la estabilidad política, sino que también socavan las aspiraciones nacionales de conseguir una economía del conocimiento, puesto que una de sus características inherentes es la hostilidad contra la instrucción en general, y contra la educación de las niñas y las mujeres en particular. Actualmente, los tentáculos de este oscurantismo se extienden hacia el sur, hasta Nigeria y Kenya (capítulos 18 y 19).

Paralelamente, los países que salen de conflictos armados están modernizando sus infraestructuras (ferroviarias, portuarias, etc.) y fomentando el desarrollo industrial, la sostenibilidad medioambiental y la educación para facilitar la reconciliación nacional y reactivar la economía, como en Côte d'Ivoire y Sri Lanka (capítulos 18 y 21).

El pacto nuclear celebrado en 2015 podría suponer un punto de inflexión para la ciencia en el Irán, aunque, tal como se observa en el capítulo 15, las sanciones internacionales ya han incitado al régimen a acelerar la transición hacia una economía del conocimiento, con el objetivo de compensar las pérdidas de ingresos petrolíferos y el aislamiento internacional mediante el desarrollo de productos y procesos locales. El flujo de ingresos derivado del levantamiento de las sanciones debería brindar al Gobierno una oportunidad para estimular la inversión en I+D, que en 2010 representaba sólo el 0,31% del PIB.

Mientras tanto, la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN) se ha marcado el objetivo de transformar esta extensa región en un mercado común y una base de producción con la creación de la Comunidad Económica de la ASEAN para finales de 2015. Se espera que la eliminación prevista de las restricciones sobre la circulación transfronteriza de personas y servicios incentive la cooperación en ciencia y tecnología, y de esta forma consolide el nuevo eje de conocimiento de Asia y el Pacífico. El aumento de la movilidad de personal cualificado debería ser beneficiosa para la región y reforzar el papel de la Red Universitaria de la ASEAN, que ya cuenta con 30 miembros. Como parte del proceso de negociación para la Comunidad Económica de la ASEAN, cada

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Estado miembro puede expresar su preferencia por un foco de investigación específico. El Gobierno de Lao, por ejemplo, espera priorizar la agricultura y las energías renovables (capítulo 27).

Asimismo, en el África Subsahariana las comunidades económicas regionales están desempeñando un papel cada vez más importante en la integración científica de la región, a medida que el continente sienta las bases para su propia Comunidad Económica Africana, cuya creación está prevista para 2028. Tanto la Comunidad Económica de los Estados del África Occidental como la Comunidad para el Desarrollo del África Meridional (SADC) han adoptado estrategias regionales de CTI en los últimos años, como complemento a los planes decenales del continente.<sup>1</sup> La Comunidad del África Oriental (CAO) ha encomendado al Consejo Interuniversitario para el África Oriental la misión de desarrollar un Espacio Común de Educación Superior. El desarrollo constante de redes de centros de excelencia en todo el continente debería conllevar un aumento de la movilidad científica y fomentar el aprovechamiento compartido de información, en la medida en que puedan eliminarse los obstáculos que impiden la movilidad de los científicos. La decisión tomada en 2014 por Kenya, Rwanda y Uganda de adoptar un único visado de turista supone un paso en la buena dirección.

Resultará interesante comprobar hasta qué punto la nueva Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR) fomenta la integración científica regional en los próximos años. Tomando como modelo la Unión Europea, la UNASUR tiene previsto establecer un parlamento y una moneda únicos para sus 12 miembros, así como fomentar la libre circulación de mercancías, servicios, capital y personas en todo el subcontinente. (capítulo 7).

## Las crisis medioambientales aumentan las expectativas de la ciencia

Las crisis medioambientales, sean de origen natural o inducidas por el ser humano, han influido también en la política y gestión de la CTI en los últimos cinco años. La onda expansiva del desastre nuclear de Fukushima en marzo de 2011 llegó mucho más allá del territorio japonés. El desastre empujó a Alemania a comprometerse con la supresión paulatina de la energía nuclear para 2020 y suscitó debate en otros países sobre los riesgos asociados a la energía nuclear. En el mismo Japón, la triple catástrofe<sup>2</sup> tuvo un enorme impacto sobre la sociedad. Las estadísticas oficiales ponen de manifiesto que la tragedia de 2011 ha hecho tambalearse

la confianza de la población no sólo en la tecnología nuclear, sino también en la ciencia y la tecnología en general (Capítulo 24).

A pesar de no aparecer habitualmente en los titulares de los periódicos, la creciente preocupación por las sequías, las inundaciones y otros fenómenos naturales recurrentes ha obligado a los gobiernos a adoptar estrategias de respuesta en los últimos cinco años. Camboya, por ejemplo, ha adoptado una Estrategia de Cambio Climático (2014-2023), con la asistencia de asociados europeos en el desarrollo, con el objetivo de proteger su agricultura. En 2013, Filipinas sufrió el que posiblemente sea el ciclón tropical más potente que haya tocado tierra de toda la historia. El país ha realizado importantes inversiones para contar con herramientas que minimicen los riesgos de desastre, como modelos de simulación de desastres en 3D, además de crear capacidades locales para aplicar, reproducir y fabricar muchas de estas tecnologías (capítulo 27). El estado de California, primera economía de los Estados Unidos de América, sufre sequías desde hace varios años; en abril de 2015, el Gobernador del Estado anunció un objetivo de reducción de las emisiones de carbono del 40% para 2030 con respecto a los niveles de 1990 (Capítulo 5).

Angola, Malawi y Namibia han experimentado un nivel de lluvias por debajo de lo normal en los últimos años, lo que ha afectado a la seguridad alimentaria. En 2013, diversos ministros de la SADC aprobaron el desarrollo de un Programa Regional de Cambio Climático. Además, el Mercado Común del África Meridional y Oriental (COMESA), la CAO y la SADC ejecutan desde 2010 una iniciativa conjunta a cinco años conocida como el Programa Tripartito sobre Adaptación y Mitigación del Cambio Climático (capítulo 20).

En África, la agricultura sigue padeciendo la deficiente gestión del uso de la tierra y el bajo nivel de inversión. A pesar del compromiso del continente, expresado en la *Declaración de Maputo* (2003), de dedicar al menos el 10% del PIB a la agricultura, sólo un puñado de países ha conseguido alcanzar este objetivo (ver cuadro 19.2). La I+D agrícola se resiente de esta situación. No obstante, sí ha habido algunos movimientos para fortalecer la I+D. Por ejemplo, en 2008 Botswana creó un polo de innovación para fomentar la comercialización y diversificación de la agricultura, y Zimbabwe tiene previsto crear dos nuevas universidades de ciencia y tecnología agrícolas (capítulo 20).

## La energía se ha convertido en una preocupación de primer nivel

La Unión Europea, los Estados Unidos de América, China, el Japón, la República de Corea y otros países han endurecido la legislación nacional en los últimos años para reducir sus emisiones propias de carbono, desarrollar fuentes de energía

<sup>1</sup> A saber, el *Plan de acción consolidado en materia de ciencia y tecnología para África* (2005-2014) y su sucesora, la *Estrategia de ciencia, tecnología e innovación para África* (STISA-2024).

<sup>2</sup> Un terremoto subterráneo provocó un tsunami que inundó la central nuclear de Fukushima, cortando el suministro eléctrico a su sistema de refrigeración, lo que causó un sobrecalentamiento de los reactores nucleares que, a su vez, provocó múltiples explosiones que emitieron partículas radioactivas al aire y al agua.

alternativas y promover una mayor eficiencia energética. La energía se ha convertido en una de las principales preocupaciones de los gobiernos de todo el mundo, incluidas las economías de renta petrolera como Argelia y la Arabia Saudita, que ya están invirtiendo en energía solar para diversificar sus fuentes de energía.

Esta tendencia ya se observaba claramente incluso antes de que los precios del petróleo Brent comenzaran a bajar vertiginosamente a mediados de 2014. El Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética de Argelia, por ejemplo, fue adoptado en marzo de 2011 y desde esta fecha ha aprobado más de 60 proyectos de energía solar y eólica. El *Plan estratégico* del Gabón hasta 2025 (2012) establece que encaminar el país hacia el desarrollo sostenible “se encuentra en el centro de la política del nuevo Gobierno”. El plan identifica la necesidad de diversificar una economía dominada por el petróleo (84% de las exportaciones en 2012), prevé un plan nacional en materia de clima y fija el objetivo de aumentar la proporción de la energía hidráulica dentro de la matriz eléctrica del 40% en 2010 al 80% en 2020 (capítulo 19). Diversos países están desarrollando ciudades “inteligentes”, hiperconectadas y de corte futurista (por ejemplo China), o bien ciudades “verdes”, que hacen uso de tecnología puntera para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos y energéticos, la construcción, el transporte, etc., algunos ejemplos son el Gabón, Marruecos y los Emiratos Árabes Unidos (capítulo 17).

Si bien la sostenibilidad constituye una preocupación de primer orden para la mayoría de los gobiernos, algunos van a contracorriente. El Gobierno australiano, por ejemplo, ha abandonado el impuesto sobre el carbono del país y anunciado su intención de abolir las instituciones creadas a iniciativa del Gobierno anterior<sup>3</sup> para estimular el desarrollo tecnológico en el sector de las energías renovables (capítulo 27).

### **La búsqueda de una estrategia de crecimiento que funcione**

Desde una perspectiva global, los años 2009-2014 han representado un periodo de transición plagado de dificultades. Esta transición, a la que ha dado paso la crisis financiera internacional de 2008, ha estado marcada por una grave crisis de la deuda en los países más ricos, por la incertidumbre en cuanto a la solidez de la posterior recuperación, y por la búsqueda de una estrategia de crecimiento eficaz. Muchos países de ingresos altos afrontan desafíos similares, como el envejecimiento de la sociedad (los Estados Unidos de América, la Unión Europea, el Japón, etc.) y unos niveles reducidos de crecimiento que se han

vuelto crónicos (cuadro 1.1); todos ellos se enfrentan a la dura competencia internacional. Incluso aquellos a los que les va bien, como Israel y la República de Corea, se preocupan por cómo mantener su ventaja en un mundo en rápida evolución.

Aunque en los Estados Unidos de América, el Gobierno de Obama ha convertido en una prioridad la inversión en investigación sobre el cambio climático, la energía y la salud, una buena parte de la estrategia de crecimiento del Gobierno se ha visto contrariada por el Congreso, cuya prioridad es la reducción del déficit presupuestario federal. En los últimos cinco años, la mayoría de los presupuestos de investigación han permanecido estables o han disminuido, en dólares ajustados a la inflación (capítulo 5).

En 2010, la Unión Europea adoptó su propia estrategia de crecimiento, Europa 2020, para ayudar a la región a salir de la crisis volcándose en el crecimiento inteligente, sostenible e inclusivo. En la estrategia se observa que “La crisis ha echado por tierra años de progreso económico y social y expuesto las debilidades estructurales de la economía europea”. Entre estas debilidades estructurales se encuentran el reducido gasto en I+D, las barreras para el mercado y el uso insuficiente de las tecnologías de información y comunicación (TIC). *Horizonte 2020*, el programa marco actual de la Unión Europea para la investigación y la innovación, que posee una duración de siete años, ha recibido el mayor presupuesto de la historia para llevar a buen puerto esta agenda entre 2014 y 2020. La Estrategia 2020 adoptada por Europa Sudoriental se hace eco de la estrategia europea del mismo nombre, aunque, en este caso, la estrategia de crecimiento se marca como objetivo principal preparar a los países para su futura adhesión a la Unión Europea.

A pesar de ser uno de los países que más gasta en I+D de todo el mundo (gráfico 1.1), el Japón ha perdido confianza en sí mismo en los últimos años, no sólo debido a la triple catástrofe de 2011, sino también por la incapacidad de quitarse de encima la deflación que desde hace 20 años sofoca la economía del país. La estrategia de crecimiento actual del Japón, *Abenómica*, data de 2013 y sigue sin cumplir su promesa de acelerar el crecimiento. Los efectos de un equilibrio de bajo crecimiento para la confianza de los inversores pueden apreciarse en la reticencia de las empresas japonesas a aumentar el gasto en I+D o los salarios del personal, así como en su aversión a asumir los riesgos necesarios para poner en marcha un nuevo ciclo de crecimiento.

La República de Corea está siguiendo una estrategia de crecimiento propia. A pesar de haber superado la crisis financiera internacional sorprendentemente ilesa, ha dejado atrás su “modelo de recuperación”. La competencia con China y el Japón es intensa, las exportaciones caen y la demanda internacional se está desplazando hacia el crecimiento

<sup>3</sup> A saber, la Agencia Australiana de Energías Renovables y la Corporación Financiera de Energía Limpia.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

ecológico. Al igual que el Japón, se enfrenta al rápido envejecimiento de su población y al declive de los índices de natalidad, que suponen un desafío para sus perspectivas de desarrollo económico a largo plazo. El Gobierno de Park Geun-hye está dando continuidad al objetivo de su predecesor de un “crecimiento ecológico basado en la emisión de niveles reducidos de carbono”, pero también está haciendo hincapié en la “economía creativa”, en un afán por revitalizar el sector de fabricación industrial mediante el surgimiento de nuevas industrias creativas. Hasta ahora, la República de Corea ha dependido de grandes conglomerados tales como Hyundai (vehículos) y Samsung (electrónica) para impulsar el crecimiento y las ganancias provenientes de la exportación. En la actualidad, la República de Corea está tratando de fomentar el espíritu empresarial y la creatividad, un proceso que requerirá una transformación radical de la estructura de la economía y de las bases de enseñanza de las ciencias.

Entre los países del llamado grupo BRICS (Brasil, Federación de Rusia, la India, China y Sudáfrica), China ha conseguido sortear los efectos colaterales de la crisis económica y financiera de 2008, aunque a mediados de 2015 su economía mostraba indicios de estrés<sup>4</sup>. Hasta ahora, China se ha basado en el gasto público para impulsar el crecimiento, pero con la pérdida de confianza de los inversores en agosto de 2015, se ha puesto en duda el deseo del país de cambiar desde un modelo de crecimiento orientado a las exportaciones a otro más impulsado por el consumo. Además, existe preocupación entre los líderes políticos porque la ingente inversión en I+D realizada en la última década no está dando resultados científicos a la altura de las expectativas. China también está buscando una estrategia eficaz de crecimiento.

Desde 2008, China ha amortiguado la caída de la demanda norteamericana y europea para las economías exportadoras de recursos manteniendo una fuerte demanda de productos básicos para alimentar su rápido crecimiento. En última instancia, sin embargo, el auge cíclico de los productos básicos ha llegado a su fin, poniendo especialmente al descubierto las debilidades estructurales del Brasil y de la Federación de Rusia.

En el último año el Brasil entró en recesión. Aunque el país ha ampliado el acceso a la enseñanza superior en los últimos años y aumentado el gasto social, la productividad de la mano de obra sigue en niveles reducidos. Esto sugiere que, hasta la fecha, el Brasil no ha conseguido aprovechar la innovación para el crecimiento económico, un problema que también aqueja a la Federación de Rusia.

La Federación de Rusia está tratando de encontrar una estrategia de crecimiento propia. En mayo de 2014, el Presidente Putin reclamó una ampliación de los programas rusos de sustitución de las importaciones para reducir la dependencia que el país tiene de las importaciones tecnológicas. Desde entonces se han puesto en marcha planes de acción en diversos sectores industriales para producir tecnologías de vanguardia. Sin embargo, los planes del Gobierno de estimular la innovación de las empresas podrían verse contrariados por la actual recesión, como consecuencia de la contracción de los precios del crudo Brent, la imposición de sanciones y el deterioro del clima empresarial.

Mientras tanto, en la India, el crecimiento se ha mantenido en un nivel notable de aproximadamente el 5% en los últimos años, aunque preocupa el hecho de que este crecimiento económico no cree suficientes puestos de trabajo. Al día de hoy, la economía india está dominada por el sector de los servicios (57% del PIB). El Gobierno de Modi, elegido en 2014, ha abogado por un nuevo modelo económico basado en la producción orientada a la exportación para fomentar la creación de puestos de trabajo. La India se está convirtiendo ya en un centro de “innovación frugal”, gracias al gran mercado interior para productos dirigidos a los sectores pobres de la sociedad, como por ejemplo dispositivos médicos de bajo costo y automóviles baratos.

Con el final del auge de los productos básicos, América Latina está buscando también una nueva estrategia de crecimiento. Aunque en la última década la región ha conseguido reducir sus niveles extraordinariamente elevados de desigualdad económica, con la caída de la demanda internacional de materias primas las tasas de crecimiento latinoamericanas han comenzado a estancarse o incluso, en algunos casos, a contraerse. Los países latinoamericanos no carecen de iniciativas políticas ni de estructuras institucionales sofisticadas para promover la ciencia y la investigación (capítulo 7). Estos países han dado grandes pasos en cuanto al acceso a la enseñanza superior, la movilidad científica y la producción científica. Sin embargo, pocos de ellos parecen haber aprovechado el auge de los productos básicos para volcarse en una competitividad impulsada por la tecnología. De cara al futuro, la región podría estar bien posicionada para desarrollar un modelo de excelencia científica capaz de apuntalar el crecimiento ecológico, combinando para ello sus ventajas naturales en el ámbito de la diversidad biológica con sus puntos fuertes en materia de sistemas de conocimiento indígenas (tradicionales).

Los documentos de planificación a largo plazo hasta 2020 o 2030 de numerosos países de ingresos medianos y bajos ponen asimismo de manifiesto la búsqueda de una estrategia de crecimiento que sea capaz de elevar el nivel de ingresos. Estos

<sup>4</sup> La economía china creció un 7,4% en 2014 y se prevé que crezca un 6,8% en 2015, aunque existe una incertidumbre cada vez mayor en cuanto al cumplimiento de este objetivo.

documentos de “visión” tienden a centrarse en tres aspectos: una mejor gestión, a fin de favorecer el entorno empresarial y atraer la inversión exterior para desarrollar un sector privado dinámico; un crecimiento más inclusivo, para reducir los niveles de pobreza y la desigualdad; y la sostenibilidad medioambiental, para proteger los recursos naturales de los que dependen la mayor parte de estas economías para el cambio de divisas.

## TENDENCIAS MUNDIALES DEL GASTO EN I+D

### ¿Cómo ha afectado la crisis a la inversión en I+D?

El *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010* fue redactado en el periodo inmediatamente posterior a la crisis financiera internacional. Cubría un periodo de crecimiento económico internacional sin parangón en toda la historia, el comprendido entre 2002 y 2007. Además, tenía un carácter prospectivo. Una de las cuestiones que abordaba era hasta qué punto la crisis mundial podría perjudicar la creación de conocimientos a nivel internacional. Retrospectivamente, la conclusión de que la inversión internacional en I+D no se vería demasiado afectada por la crisis parece acertada.

En 2013, el GBID mundial ascendió a 1 478 000 millones de dólares estadounidenses en PPA, en comparación con sólo 1 132 000 millones de dólares estadounidenses en PPA en 2007<sup>5</sup>. A pesar de situarse por debajo del incremento del 47% registrado durante el periodo anterior (2002-2007), se trata no obstante de un aumento significativo, que tuvo lugar en el marco de una crisis. Dado el avance mucho más rápido del GBID respecto del PIB mundial, la intensidad de I+D mundial escaló desde el 1,57% (2007) al 1,70% (2013) del PIB (cuadros 1.1 y 1.2).

Tal como se argumenta en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010*, Asia en general, y China en particular, fueron los primeros en recuperarse de la crisis, y tardaron relativamente poco en llevar la inversión mundial en I+D a niveles superiores.<sup>6</sup> En otras economías emergentes como el Brasil y la India, hizo falta más tiempo para que la intensidad de I+D comenzara a aumentar.

Del mismo modo, la predicción de que tanto los Estados Unidos de América como la Unión Europea serían capaces de mantener su propia intensidad de I+D en los niveles previos a la crisis no sólo resultó acertada, sino que incluso fue demasiado conservadora. Al contrario que el Canadá, los tres componentes de la Tríada (la Unión Europea, el Japón y los

Estados Unidos de América) han experimentado un aumento del GBID en los últimos cinco años, hasta alcanzar niveles situados muy por encima de los de 2007.

### Presupuestos públicos para investigación: un escenario convergente pero con contrastes

En los últimos cinco años puede apreciarse una tendencia hacia la convergencia: repliegue en el ámbito de la I+D por parte del sector público en numerosos países de ingresos altos (Australia, Canadá, Estados Unidos de América, etc.) y una inversión creciente en I+D por parte de los países de ingresos más bajos. En África, por ejemplo, Etiopía ha aprovechado unas tasas de crecimiento situadas entre las más rápidas del continente para aumentar el GBID desde el 0,24% (2009) hasta el 0,61% (2013) del PIB. Malawi ha aumentado su propia relación GBID/PIB hasta el 1,06%, y Uganda hasta el 0,48% (2010), desde un nivel del 0,33% en 2008. Tanto en África como en otras partes del mundo, se está tomando consciencia de que, para desarrollar infraestructuras modernas (hospitales, carreteras, ferrocarriles, etc.) y conseguir la diversificación económica y la industrialización, será necesaria una mayor inversión en CTI, lo que supone la constitución de una masa crítica de trabajadores cualificados.

El gasto en I+D se mueve al alza en numerosos países del África Oriental con ejes de innovación (Camerún, Kenya, Rwanda, Uganda, etc.), impulsado por un aumento de la inversión por parte de los sectores tanto público como privado (capítulo 19). Aunque el mayor interés en África por la CTI responde a varios motivos, no cabe duda de que la crisis financiera internacional de 2008-2009 ha tenido algo que ver, ya que aumentó los precios de los productos básicos y puso el foco sobre las políticas de beneficio para África.

La crisis mundial también hizo que se revirtiese la fuga de cerebros en algunas regiones de África, ya que las dificultades de Europa y América del Norte como consecuencia de sus reducidas tasas de crecimiento y su elevado nivel de desempleo desincentivaron la emigración y animaron a algunos a volver a sus países de origen. En la actualidad, los que han regresado a sus países están desempeñado un papel fundamental en la elaboración de políticas de CTI, el desarrollo económico y la innovación. Incluso los que permanecen en el extranjero están realizando contribuciones: las transferencias de fondos desde el extranjero superan ya los flujos de inversión extranjera directa (IED) hacia África (capítulo 19).

El aumento del interés por la CTI puede apreciarse claramente en los documentos de planificación Visión 2020 o 2030 adoptados por determinados países africanos en los últimos años. En Kenya, por ejemplo, la Ley sobre Ciencia, Tecnología e Innovación, promulgada en 2013, contribuye a la consecución de la Visión 2030 para Kenya, que prevé la transformación

<sup>5</sup> PPA significa paridad del poder adquisitivo.

<sup>6</sup> La intensidad de I+D de China se duplicó con creces entre 2007 y 2013, hasta alcanzar el 2,08. Esta cifra se sitúa por encima de la media de la Unión Europea y significa que China va por buen camino para alcanzar el objetivo de una relación GBID/PIB 2,5% en 2020.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

del país en una economía de ingresos medianos altos con mano de obra cualificada para 2030. Esta ley podría cambiar las reglas del juego para Kenya, que no sólo ha creado un Fondo de Investigación Nacional, sino que también, de forma fundamental, ha estipulado que el fondo reciba un 2% del PIB del país en cada ejercicio financiero. Este importante compromiso presupuestario debería ayudar a Kenya a elevar su relación GBID/PIB muy por encima del 0,79% (2010).

Los países del grupo BRICS presentan un panorama marcado por grandes contrastes. En China, la financiación pública y empresarial de la I+D ha ido aumentando a la par. En la India, la I+D empresarial ha avanzado más rápido que el compromiso del Gobierno con la I+D. En el Brasil, el compromiso público con la I+D se ha mantenido más o menos estable desde 2008, mientras que el sector empresarial ha aumentado ligeramente los esfuerzos realizados. Dado que todas las empresas encuestadas en 2013 declararon una contracción de la actividad de innovación a partir de 2008, esta tendencia afectará con toda probabilidad al gasto si la desaceleración económica brasileña persiste. En Sudáfrica se ha producido una caída acusada en la I+D del sector privado desde el inicio de la crisis financiera internacional, a pesar del aumento del gasto público en I+D. Esto explica en parte por qué la relación GBID/PIB se contrajo desde el máximo del 0,89% registrado en 2008 hasta el 0,73% en 2012.

Los países de ingresos altos se han visto particularmente afectados por la crisis que sacudió todo el planeta en 2008 y 2009. Mientras la economía estadounidense se ha estabilizado, el Japón y la Unión Europea tienen grandes dificultades para recuperarse. En Europa, el lento crecimiento económico desde la crisis financiera de 2008 y las subsiguientes presiones en materia de consolidación fiscal dentro de los países de la Eurozona han ejercido presión sobre la inversión pública en el ámbito del conocimiento (capítulo 9), a pesar del incremento del presupuesto de Horizonte 2020. De los países de la Unión Europea, sólo Alemania ha estado verdaderamente en condiciones de aumentar su compromiso con la I+D en los últimos cinco años, mientras que Francia y el Reino Unido disminuyeron el suyo. Al igual que en el Canadá, las presiones presupuestarias sobre los presupuestos nacionales para investigación han provocado importantes reducciones de la intensidad de I+D financiada por los gobiernos (gráfico 1.2). Con la destacada excepción del Canadá, esta tendencia no es apreciable en el gasto global en I+D, ya que el sector privado ha mantenido su propio nivel de gasto a lo largo de la crisis (gráficos 1.1 y 1.2, y cuadro 1.2).

## En busca del perfecto equilibrio entre ciencias básicas y ciencias aplicadas

En la actualidad, la gran mayoría de los países reconoce la importancia de la CTI para un crecimiento sostenible a largo plazo. Los países de ingresos bajos y medianos bajos

esperan poder utilizarla para aumentar los niveles de ingresos, y los países más ricos para mantener sus propios niveles en el contexto de un mercado internacional cada vez más competitivo. Existe el riesgo, sin embargo, de que en la carrera por aumentar la competitividad nacional, los países pierdan de vista el viejo adagio de que *“sin ciencias básicas, no habría ciencia que aplicar”*. La investigación básica genera los nuevos conocimientos que dan lugar a aplicaciones, de carácter comercial o no. En palabras del autor del capítulo sobre el Canadá (capítulo 4), *“la ciencia impulsa el comercio, pero no sólo hace eso”*. La pregunta es: ¿cuál es el perfecto equilibrio entre investigación básica y aplicada?

Los dirigentes chinos están insatisfechos con el rendimiento arrojado por su mayor inversión en I+D. Al mismo tiempo, en la última década China ha optado por dedicar sólo el 4-6% del gasto en investigación a la investigación básica. En la India, las universidades ejecutan sólo el 4% del GBID. Aunque la India ha creado un número impresionante de universidades en los últimos años, la industria ha expresado reservas sobre la *“contratabilidad”* de los graduados en ciencias e ingeniería. La investigación básica no sólo genera nuevos conocimientos, sino que también contribuye a la calidad de la educación universitaria.

En los Estados Unidos de América, el Gobierno Federal se ha especializado en prestar apoyo a la investigación básica, y deja que la industria lleve las riendas en materia de investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Existe un riesgo de que la actual tendencia de austeridad, sumadas al cambio de prioridades, afecten a la capacidad de los Estados Unidos de América de generar nuevos conocimientos.

Mientras tanto, el vecino septentrional de Estados Unidos está recortando de nuevo la financiación federal de la actividad científica pública pero invirtiendo en capital riesgo, a fin de desarrollar la innovación empresarial y atraer a nuevos socios comerciales. En enero de 2013, el Gobierno canadiense anunció su *Plan de acción de capital riesgo*, una estrategia de inversión suplementaria de 400 millones de dólares canadienses en los próximos 7-10 años para impulsar la inversión del sector privado en forma de fondos de capital riesgo.

Tradicionalmente, la Federación de Rusia ha dedicado una proporción importante del GBID a la investigación básica (al igual que Sudáfrica: un 24% en 2010). Desde que en 2012 el Gobierno adoptara una estrategia de crecimiento articulada en torno a la innovación, sus dotaciones presupuestarias para I+D se han orientado en una mayor proporción hacia las necesidades de la industria. Dado el carácter limitado de los fondos disponibles, este reajuste se ha producido en detrimento de la investigación básica, que cayó del 26% al 17% del total entre 2008 y 2013.

Cuadro 1.1: Tendencias mundiales de población y PIB

	Población (en millones)		Proporción de la población mundial (%)		PIB en miles de millones de dólares estadounidenses en PPA constantes 2005				Proporción del PIB mundial (%)			
	2007	2013	2007	2013	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
<b>Mundo</b>	<b>6 673,1</b>	<b>7 162,1</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>72 198,1</b>	<b>74 176,0</b>	<b>81 166,9</b>	<b>86 674,3</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Economías de ingresos altos	1 264,1	1 309,2	18,9	18,3	41 684,3	40 622,2	42 868,1	44 234,6	57,7	54,8	52,8	51,0
Economías de ingresos medianos altos	2 322,0	2 442,1	34,8	34,1	19 929,7	21 904,3	25 098,5	27 792,6	27,6	29,5	30,9	32,1
Economías de ingresos medianos bajos	2 340,7	2 560,4	35,1	35,7	9 564,7	10 524,5	11 926,1	13 206,4	13,2	14,2	14,7	15,2
Economías de bajos ingresos	746,3	850,3	11,2	11,9	1 019,4	1 125,0	1 274,2	1 440,7	1,4	1,5	1,6	1,7
<b>América</b>	<b>913,0</b>	<b>971,9</b>	<b>13,7</b>	<b>13,6</b>	<b>21 381,6</b>	<b>21 110,0</b>	<b>22 416,8</b>	<b>23 501,5</b>	<b>29,6</b>	<b>28,5</b>	<b>27,6</b>	<b>27,1</b>
América del Norte	336,8	355,3	5,0	5,0	14 901,4	14 464,1	15 088,7	15 770,5	20,6	19,5	18,6	18,2
América Latina	535,4	574,1	8,0	8,0	6 011,0	6 170,4	6 838,5	7 224,7	8,3	8,3	8,4	8,3
Caribe	40,8	42,5	0,6	0,6	469,2	475,5	489,6	506,4	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>Europa</b>	<b>806,5</b>	<b>818,6</b>	<b>12,1</b>	<b>11,4</b>	<b>18 747,3</b>	<b>18 075,1</b>	<b>19 024,5</b>	<b>19 177,9</b>	<b>26,0</b>	<b>24,4</b>	<b>23,4</b>	<b>22,1</b>
Unión Europea	500,8	509,5	7,5	7,1	14 700,7	14 156,7	14 703,8	14 659,5	20,4	19,1	18,1	16,9
Europa Sudoriental	19,6	19,2	0,3	0,3	145,7	151,0	155,9	158,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Asociación Europea de Libre Comercio	12,6	13,5	0,2	0,2	558,8	555,0	574,3	593,2	0,8	0,7	0,7	0,7
Resto de Europa	273,6	276,4	4,1	3,9	3 342,0	3 212,3	3 590,5	3 766,4	4,6	4,3	4,4	4,3
<b>África</b>	<b>957,3</b>	<b>1 110,6</b>	<b>14,3</b>	<b>15,5</b>	<b>3 555,7</b>	<b>3 861,4</b>	<b>4 109,8</b>	<b>4 458,4</b>	<b>4,9</b>	<b>5,2</b>	<b>5,1</b>	<b>5,1</b>
África Subsahariana	764,7	897,3	11,5	12,5	2 020,0	2 194,3	2 441,8	2 678,5	2,8	3,0	3,0	3,1
Estados árabes de África	192,6	213,3	2,9	3,0	1 535,8	1 667,1	1 668,0	1 779,9	2,1	2,2	2,1	2,1
<b>Asia</b>	<b>3 961,5</b>	<b>4 222,6</b>	<b>59,4</b>	<b>59,0</b>	<b>27 672,8</b>	<b>30 248,0</b>	<b>34 695,7</b>	<b>38 558,5</b>	<b>38,3</b>	<b>40,8</b>	<b>42,7</b>	<b>44,5</b>
Asia Central	61,8	67,2	0,9	0,9	408,9	446,5	521,2	595,4	0,6	0,6	0,6	0,7
Estados árabes de Asia	122,0	145,2	1,8	2,0	2 450,0	2 664,0	3 005,2	3 308,3	3,4	3,6	3,7	3,8
Asia Occidental	94,9	101,9	1,4	1,4	1 274,2	1 347,0	1 467,0	1 464,1	1,8	1,8	1,8	1,7
Asia Meridional	1 543,1	1 671,6	23,1	23,3	5 016,1	5 599,2	6 476,8	7 251,4	6,9	7,5	8,0	8,4
Asia Sudoriental	2 139,7	2 236,8	32,1	31,2	18 523,6	20 191,3	23 225,4	25 939,3	25,7	27,2	28,6	29,9
<b>Oceanía</b>	<b>34,8</b>	<b>38,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>840,7</b>	<b>881,5</b>	<b>920,2</b>	<b>978,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>
<b>Otros grupos</b>												
Países menos adelantados	783,4	898,2	11,7	12,5	1 327,2	1 474,1	1 617,9	1 783,6	1,8	2,0	2,0	2,1
Estados árabes (todos)	314,6	358,5	4,7	5,0	3 985,7	4 331,1	4 673,2	5 088,2	5,5	5,8	5,8	5,9
OCDE	1 216,3	1 265,2	18,2	17,7	38 521,2	37 306,1	39 155,4	40 245,7	53,4	50,3	48,2	46,4
G20	4 389,5	4 615,5	65,8	64,4	57 908,7	59 135,1	64 714,6	68 896,8	80,2	79,7	79,7	79,5
<b>Países seleccionados</b>												
Argentina	39,3	41,4	0,6	0,6	631,8	651,7	772,1	802,2	0,9	0,9	1,0	0,9
Brasil	190,0	200,4	2,8	2,8	2 165,3	2 269,8	2 507,5	2 596,5	3,0	3,1	3,1	3,0
Canadá	33,0	35,2	0,5	0,5	1 216,8	1 197,7	1 269,4	1 317,2	1,7	1,6	1,6	1,5
China	1 334,3	1 385,6	20,0	19,3	8 313,0	9 953,6	12 015,9	13 927,7	11,5	13,4	14,8	16,1
Egipto	74,2	82,1	1,1	1,1	626,0	702,1	751,3	784,2	0,9	0,9	0,9	0,9
Francia	62,2	64,3	0,9	0,9	2 011,1	1 955,7	2 035,6	2 048,3	2,8	2,6	2,5	2,4
Alemania	83,6	82,7	1,3	1,2	2 838,9	2 707,0	2 918,9	2 933,0	3,9	3,6	3,6	3,4
India	1 159,1	1 252,1	17,4	17,5	3 927,4	4 426,2	5 204,3	5 846,1	5,4	6,0	6,4	6,7
Irán	71,8	77,4	1,1	1,1	940,5	983,3	1 072,4	1 040,5	1,3	1,3	1,3	1,2
Israel	6,9	7,7	0,1	0,1	191,7	202,2	222,7	236,9	0,3	0,3	0,3	0,3
Japón	127,2	127,1	1,9	1,8	4 042,1	3 779,0	3 936,8	4 070,5	5,6	5,1	4,9	4,7
Malasia	26,8	29,7	0,4	0,4	463,0	478,0	540,2	597,7	0,6	0,6	0,7	0,7
México	113,5	122,3	1,7	1,7	1 434,8	1 386,5	1 516,3	1 593,6	2,0	1,9	1,9	1,8
República de Corea	47,6	49,3	0,7	0,7	1 293,2	1 339,2	1 478,8	1 557,6	1,8	1,8	1,8	1,8
Federación de Rusia	143,7	142,8	2,2	2,0	1 991,7	1 932,3	2 105,4	2 206,5	2,8	2,6	2,6	2,5
Sudáfrica	49,6	52,8	0,7	0,7	522,1	530,5	564,2	589,4	0,7	0,7	0,7	0,7
Turquía	69,5	74,9	1,0	1,0	874,1	837,4	994,3	1 057,3	1,2	1,1	1,2	1,2
Reino Unido	61,0	63,1	0,9	0,9	2 203,7	2 101,7	2 177,1	2 229,4	3,1	2,8	2,7	2,6
Estados Unidos de América	303,8	320,1	4,6	4,5	13 681,1	13 263,0	13 816,1	14 450,3	18,9	17,9	17,0	16,7

Fuente: Indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial, abril de 2015; y estimaciones del Instituto de Estadística de la UNESCO; Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, División de Población (2013) *Perspectivas de la población mundial - Revisión de 2012*

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Cuadro 1.2: Distribución porcentual del gasto de I+D en el mundo, 2007, 2009, 2011 y 2013

	GBID (en miles de millones de dólares estadounidenses en PPA)				Porcentaje del GBID mundial (%)			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
<b>Mundo</b>	<b>1 132,3</b>	<b>1 225,5</b>	<b>1 340,2</b>	<b>1 477,7</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Economías de ingresos altos	902,4	926,7	972,8	1 024,0	79,7	75,6	72,6	69,3
Economías de ingresos medianos altos	181,8	243,9	303,9	381,8	16,1	19,9	22,7	25,8
Economías de ingresos medianos bajos	46,2	52,5	60,2	68,0	4,1	4,3	4,5	4,6
Economías de bajos ingresos	1,9	2,5	3,2	3,9	0,2	0,2	0,2	0,3
<b>América</b>	<b>419,8</b>	<b>438,3</b>	<b>451,6</b>	<b>478,8</b>	<b>37,1</b>	<b>35,8</b>	<b>33,7</b>	<b>32,4</b>
América del Norte	382,7	396,5	404,8	427,0	33,8	32,4	30,2	28,9
América Latina	35,5	39,8	45,6	50,1	3,1	3,3	3,4	3,4
Caribe	1,6	2,0	1,3	1,7	0,1	0,2	0,1	0,1
<b>Europa</b>	<b>297,1</b>	<b>311,6</b>	<b>327,5</b>	<b>335,7</b>	<b>26,2</b>	<b>25,4</b>	<b>24,4</b>	<b>22,7</b>
Unión Europea	251,3	262,8	278,0	282,0	22,2	21,4	20,7	19,1
Europa Sudoriental	0,5	0,8	0,7	0,8	0,0	0,1	0,1	0,1
Asociación Europea de Libre Comercio	12,6	13,1	13,7	14,5	1,1	1,1	1,0	1,0
Resto de Europa	32,7	34,8	35,0	38,5	2,9	2,8	2,6	2,6
<b>África</b>	<b>12,9</b>	<b>15,5</b>	<b>17,1</b>	<b>19,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>
África Subsahariana	8,4	9,2	10,0	11,1	0,7	0,7	0,7	0,8
Estados árabes de África	4,5	6,4	7,1	8,8	0,4	0,5	0,5	0,6
<b>Asia</b>	<b>384,9</b>	<b>440,7</b>	<b>524,8</b>	<b>622,9</b>	<b>34,0</b>	<b>36,0</b>	<b>39,2</b>	<b>42,2</b>
Asia Central	0,8	1,1	1,0	1,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Estados árabes de Asia	4,3	5,0	5,6	6,7	0,4	0,4	0,4	0,5
Asia Occidental	15,5	16,1	17,5	18,1	1,4	1,3	1,3	1,2
Asia Meridional	35,4	39,6	45,7	50,9	3,1	3,2	3,4	3,4
Asia Sudoriental	328,8	378,8	455,1	545,8	29,0	30,9	34,0	36,9
<b>Oceanía</b>	<b>17,6</b>	<b>19,4</b>	<b>19,1</b>	<b>20,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
<b>Otros grupos</b>								
Países menos adelantados	2,7	3,1	3,7	4,4	0,2	0,3	0,3	0,3
Estados árabes (todos)	8,8	11,4	12,7	15,4	0,8	0,9	0,9	1,0
OCDE	860,8	882,2	926,1	975,6	76,0	72,0	69,1	66,0
G20	1 042,6	1 127,0	1 231,1	1 358,5	92,1	92,0	91,9	91,9
<b>Países seleccionados</b>								
Argentina	2,5	3,1	4,0	4,6 <sup>-1</sup>	0,2	0,3	0,3	0,3 <sup>-1</sup>
Brasil	23,9	26,1	30,2	31,3 <sup>-1</sup>	2,1	2,1	2,3	2,2 <sup>-1</sup>
Canadá	23,3	23,0	22,7	21,5	2,1	1,9	1,7	1,5
China	116,0	169,4 <sup>b</sup>	220,6	290,1	10,2	13,8 <sup>b</sup>	16,5	19,6
Egipto	1,6	3,0 <sup>b</sup>	4,0	5,3	0,1	0,2 <sup>b</sup>	0,3	0,4
Francia	40,6	43,2	44,6 <sup>b</sup>	45,7	3,6	3,5	3,3 <sup>b</sup>	3,1
Alemania	69,5	73,8	81,7	83,7	6,1	6,0	6,1	5,7
India	31,1	36,2	42,8	-	2,7	3,0	3,2	-
Irán	7,1 <sup>+1</sup>	3,1 <sup>b</sup>	3,2 <sup>-1</sup>	-	0,6 <sup>+1</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,3 <sup>-1</sup>	-
Israel	8,6	8,4	9,1	10,0	0,8	0,7	0,7	0,7
Japón	139,9	126,9 <sup>b</sup>	133,2	141,4	12,4	10,4 <sup>b</sup>	9,9	9,6
Malasia	2,7 <sup>-1</sup>	4,8 <sup>b</sup>	5,7	6,4 <sup>-1</sup>	0,3 <sup>+1</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,4	0,5 <sup>-1</sup>
México	5,3	6,0	6,4	7,9	0,5	0,5	0,5	0,5
República de Corea	38,8	44,1	55,4	64,7	3,4	3,6	4,1	4,4
Federación de Rusia	22,2	24,2	23,0	24,8	2,0	2,0	1,7	1,7
Sudáfrica	4,6	4,4	4,1	4,2 <sup>-1</sup>	0,4	0,4	0,3	0,3 <sup>-1</sup>
Turquía	6,3	7,1	8,5	10,0	0,6	0,6	0,6	0,7
Reino Unido	37,2	36,7	36,8	36,2	3,3	3,0	2,7	2,5
Estados Unidos de América	359,4	373,5	382,1	396,7 <sup>-1</sup>	31,7	30,5	28,5	28,1 <sup>-1</sup>

-n/+n = datos para n años antes o después del año de referencia

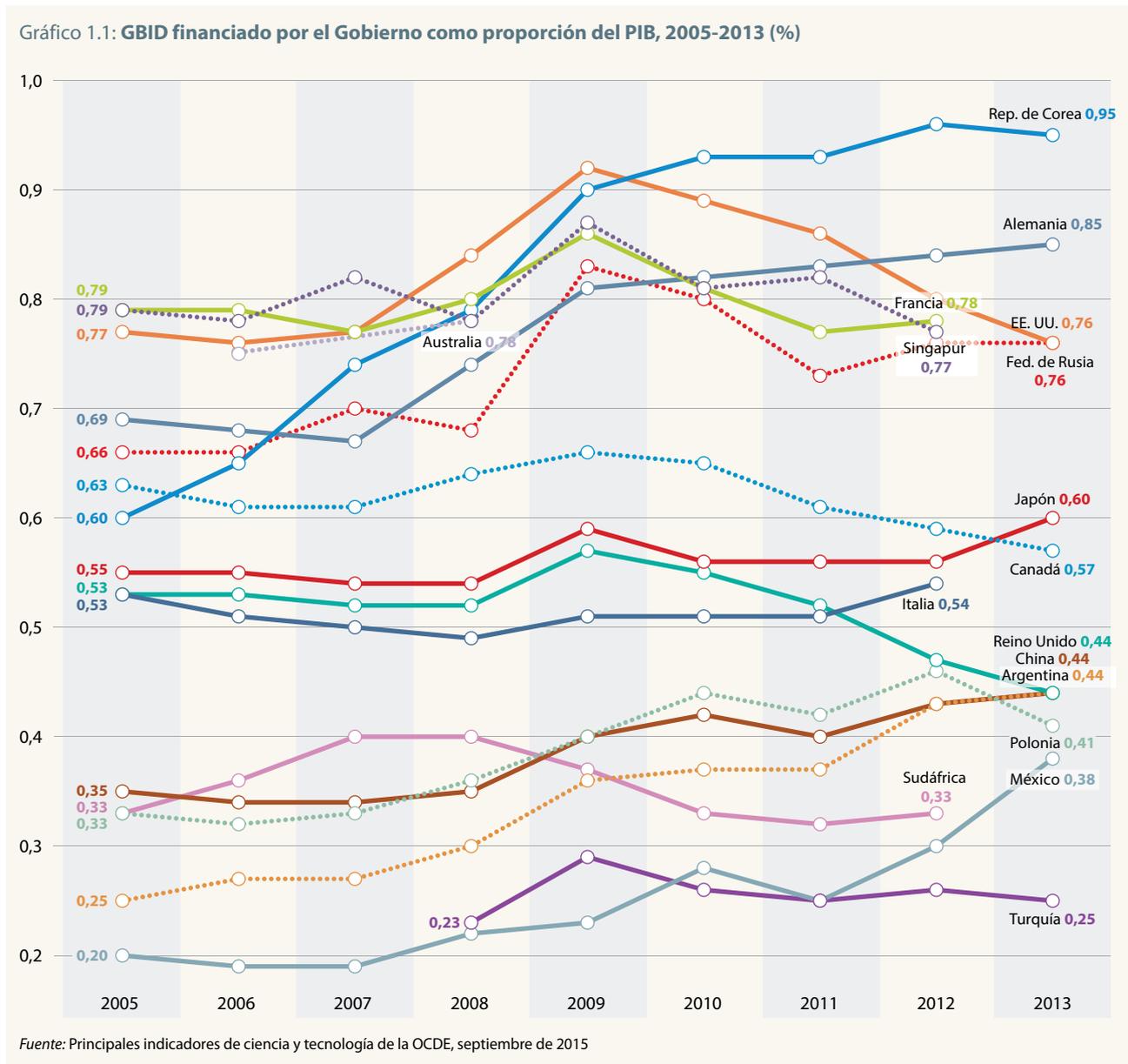
r: ruptura en la serie de datos con el año anterior para el que se muestran datos

Nota: Las cifras de GBID son en dólares estadounidenses en PPA (precios constantes – 2005). Muchos de los datos subyacentes han sido estimados por el Instituto de Estadística de la UNESCO, sobre todo en el caso de los países en desarrollo. Además, en un número importante de países en desarrollo, los datos no cubren todos los sectores de la economía.

	GBID como proporción del PIB (%)				GBID per cápita (en dólares estadounidenses en PPA)				GBID por investigador (miles de dólares estadounidenses en PPA)			
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
	<b>1,57</b>	<b>1,65</b>	<b>1,65</b>	<b>1,70</b>	<b>169,7</b>	<b>179,3</b>	<b>191,5</b>	<b>206,3</b>	<b>176,9</b>	<b>177,6</b>	<b>182,3</b>	<b>190,4</b>
	2,16	2,28	2,27	2,31	713,8	723,2	750,4	782,1	203,0	199,1	201,7	205,1
	0,91	1,11	1,21	1,37	78,3	103,3	126,6	156,4	126,1	142,7	155,7	176,1
	0,48	0,50	0,50	0,51	19,7	21,8	24,2	26,6	105,0	115,9	126,0	137,7
	0,19	0,22	0,25	0,27	2,6	3,1	3,9	4,5	26,2	28,7	32,9	37,6
	<b>1,96</b>	<b>2,08</b>	<b>2,01</b>	<b>2,04</b>	<b>459,8</b>	<b>469,9</b>	<b>474,2</b>	<b>492,7</b>	<b>276,8</b>	<b>264,6</b>	<b>266,3</b>	<b>278,1</b>
	2,57	2,74	2,68	2,71	1 136,2	1 154,9	1 158,3	1 201,8	297,9	283,0	285,9	297,9
	0,59	0,65	0,67	0,69	66,3	72,7	81,2	87,2	159,5	162,1	168,2	178,9
	0,33	0,41	0,26	0,34	38,5	47,6	30,5	40,8	172,9	202,0	138,4	203,1
	<b>1,58</b>	<b>1,72</b>	<b>1,72</b>	<b>1,75</b>	<b>368,3</b>	<b>384,0</b>	<b>401,6</b>	<b>410,1</b>	<b>139,8</b>	<b>141,3</b>	<b>142,6</b>	<b>139,4</b>
	1,71	1,86	1,89	1,92	501,9	521,3	548,2	553,5	172,4	169,1	171,2	163,4
	0,31	0,56	0,47	0,51	23,0	43,5	38,2	42,4	40,0	65,9	52,0	54,9
	2,25	2,36	2,39	2,44	995,1	1 014,4	1 038,8	1 072,0	242,0	231,0	218,4	215,2
	0,98	1,08	0,98	1,02	119,5	126,6	127,0	139,2	54,1	59,8	58,8	64,1
	<b>0,36</b>	<b>0,40</b>	<b>0,42</b>	<b>0,45</b>	<b>13,5</b>	<b>15,5</b>	<b>16,2</b>	<b>17,9</b>	<b>86,2</b>	<b>101,8</b>	<b>98,6</b>	<b>106,1</b>
	0,42	0,42	0,41	0,41	11,0	11,4	11,7	12,4	143,5	132,2	129,4	135,6
	0,29	0,38	0,43	0,49	23,4	32,0	34,5	41,2	49,3	76,5	73,8	83,3
	<b>1,39</b>	<b>1,46</b>	<b>1,51</b>	<b>1,62</b>	<b>97,2</b>	<b>108,8</b>	<b>126,9</b>	<b>147,5</b>	<b>154,1</b>	<b>159,0</b>	<b>171,3</b>	<b>187,7</b>
	0,20	0,24	0,20	0,23	13,4	16,9	15,7	20,7	38,2	42,7	39,2	41,5
	0,18	0,19	0,18	0,20	35,5	38,5	40,2	45,9	137,2	141,3	136,4	151,3
	1,22	1,20	1,19	1,24	163,3	166,2	176,1	178,1	133,4	135,4	141,0	132,6
	0,71	0,71	0,70	0,70	23,0	25,0	28,0	30,5	171,8	177,3	195,9	210,0
	1,78	1,88	1,96	2,10	153,7	174,4	206,5	244,0	154,9	160,0	172,4	190,8
	<b>2,09</b>	<b>2,20</b>	<b>2,07</b>	<b>2,07</b>	<b>505,7</b>	<b>537,5</b>	<b>512,0</b>	<b>528,7</b>	<b>159,3</b>	<b>166,1</b>	<b>158,7</b>	<b>164,3</b>
	0,20	0,21	0,23	0,24	3,4	3,8	4,3	4,8	59,0	61,4	66,4	74,1
	0,22	0,26	0,27	0,30	28,1	34,6	36,8	43,1	71,9	95,9	92,4	103,3
	2,23	2,36	2,37	2,42	707,7	715,1	740,8	771,2	220,8	213,7	215,7	217,7
	1,80	1,91	1,90	1,97	237,5	252,3	271,1	294,3	186,0	186,5	192,5	201,5
	0,40	0,48	0,52	0,58 <sup>-1</sup>	64,5	78,6	98,1	110,7 <sup>-1</sup>	65,6	72,0	79,4	88,2 <sup>-1</sup>
	1,11	1,15	1,20	1,15 <sup>-1</sup>	126,0	135,0	153,3	157,5 <sup>-1</sup>	205,8	202,4	210,5 <sup>-1</sup>	-
	1,92	1,92	1,79	1,63	707,5	682,3	658,5	612,0	154,2	153,3	139,2	141,9 <sup>-1</sup>
	1,40	1,70 <sup>b</sup>	1,84	2,08	87,0	125,4 <sup>b</sup>	161,2	209,3	- <sup>*</sup>	147,0 <sup>b</sup>	167,4	195,4
	0,26	0,43 <sup>b</sup>	0,53	0,68	21,5	39,6 <sup>b</sup>	50,3	64,8	32,4	86,5 <sup>b</sup>	96,1	111,6
	2,02	2,21	2,19 <sup>b</sup>	2,23	653,0	687,0	701,4	710,8	183,1	184,3	178,9 <sup>b</sup>	172,3
	2,45	2,73	2,80	2,85	832,0	887,7	985,0	1 011,7	239,1	232,7	241,1	232,3
	0,79	0,82	0,82	-	26,8	30,5	35,0	-	171,4 <sup>-2</sup>	-	201,8 <sup>-1</sup>	-
	0,75 <sup>+1</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,31 <sup>-1</sup>	-	97,5 <sup>+1</sup>	41,8 <sup>b</sup>	43,0	-	130,5 <sup>+1</sup>	58,9 <sup>b</sup>	58,4 <sup>-1</sup>	-
	4,48	4,15	4,10	4,21	1 238,9	1 154,1	1 211,4	1 290,5	-	-	165,6	152,9 <sup>-1</sup>
	3,46	3,36 <sup>b</sup>	3,38	3,47	1 099,5	996,2 <sup>b</sup>	1 046,1	1 112,2	204,5	193,5 <sup>b</sup>	202,8	214,1
	0,61 <sup>-1</sup>	1,01 <sup>b</sup>	1,06	1,13 <sup>-1</sup>	101,1 <sup>1</sup>	173,7 <sup>b</sup>	199,9	219,9 <sup>-1</sup>	274,6 <sup>-1</sup>	163,1 <sup>b</sup>	121,7	123,5 <sup>-1</sup>
	0,37	0,43	0,42	0,50	46,6	51,3	54,0	65,0	139,3	138,9	139,7	-
	3,00	3,29	3,74	4,15	815,6	915,7	1 136,0	1 312,7	174,8	180,7	191,6	200,9
	1,12	1,25	1,09	1,12	154,7	168,4	160,1	173,5	47,4	54,7	51,3	56,3
	0,88	0,84	0,73	0,73 <sup>-1</sup>	92,9	87,1	79,7	80,5 <sup>-1</sup>	238,6	224,0	205,9	197,3 <sup>-1</sup>
	0,72	0,85	0,86	0,95	90,9	99,8	117,0	133,5	127,1	123,1	118,5	112,3
	1,69	1,75	1,69	1,63	610,1	594,4	590,3	573,8	147,2	143,2	146,6	139,7
	2,63	2,82	2,77	2,81 <sup>-1</sup>	1 183,0	1 206,7	1 213,3	1 249,3 <sup>-1</sup>	317,0	298,5	304,9	313,6 <sup>-1</sup>

Fuente: estimaciones del Instituto de Estadística de la UNESCO, julio de 2015; para relación GBID/PIB brasileña en 2012: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación del Brasil

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

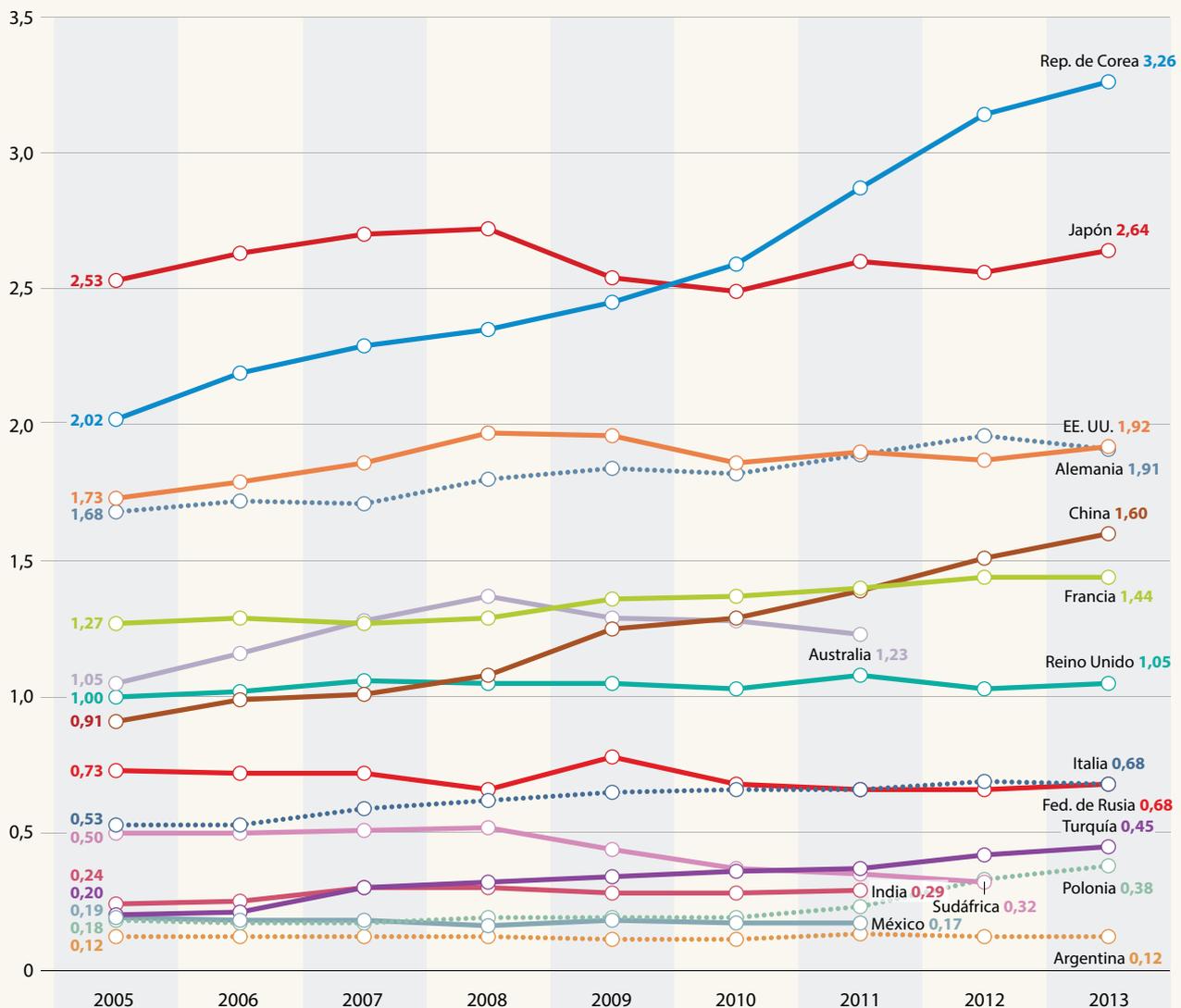


La Unión Europea ha realizado el cálculo opuesto. A pesar del carácter crónico de la crisis de la deuda, la Comisión Europea ha mantenido su compromiso con la investigación básica. El Consejo Europeo de Investigación (fundado en 2007), el primer órgano de financiación paneuropeo para la investigación de frontera en ciencias básicas, ha sido dotado con 13.100 millones de euros para el periodo 2014-2020, lo que equivale al 17% del presupuesto global de Horizonte 2020.

La República de Corea aumentó su propio compromiso con la investigación básica del 13% al 18% del GBID entre 2001 y 2011, y Malasia ha seguido un camino similar (del 11%

en 2006 al 17% en 2011). Actualmente, estos dos países dedican una proporción comparable a la de los Estados Unidos de América: el 16,5% en 2012. En la República de Corea, el Gobierno está invirtiendo intensamente en investigación básica para corregir la impresión de que el país pasó de ser un país pobre basado en la agricultura a ser un gigante industrial únicamente a través de la imitación, sin desarrollar una capacidad endógena en ciencias básicas. Además, el Gobierno tiene previsto fomentar los vínculos entre las ciencias básicas y el mundo empresarial: en 2011 se inauguró el Instituto Nacional para las Ciencias Básicas en el emplazamiento del futuro Cinturón Internacional de Empresas Científicas en Daejeon.

Gráfico 1.2: GBID ejecutado por empresas como proporción del PIB, 2005-2013 (%)



Fuente: Principales indicadores de ciencia y tecnología de la OCDE, septiembre de 2015

### La brecha en el gasto en I+D se cierra progresivamente

Desde una perspectiva geográfica, la distribución de la inversión en conocimiento sigue siendo desigual (cuadro 1.2). Los Estados Unidos de América siguen ocupando una posición predominante, con el 28% de la inversión global en I+D. China ha pasado al segundo lugar (20%), por delante de la Unión Europea (19%) y el Japón (10%). El resto del mundo representa el 67% de la población mundial pero sólo el 23% de la inversión mundial en I+D.

El GBID incluye la inversión tanto pública como privada en I+D. La proporción del GBID ejecutada por el sector empresarial (inversión privada) tiende a ser superior en economías más centradas en un modelo de competitividad

industrial basada en la tecnología, y esto se refleja en su mayor relación entre inversión privada y PIB (Capítulo 2). Entre las economías más grandes en relación con las cuales se dispone de datos adecuados, la intensidad inversión privada/PIB sólo ha aumentado de forma apreciable en unos cuantos países, como la República de Corea y China, y en menor medida en Alemania, los Estados Unidos de América, Turquía y Polonia (gráfico 1.2). En el mejor de los casos, se ha mantenido estable en el Japón y el Reino Unido, y retrocedido en el Canadá y Sudáfrica. Teniendo en cuenta que casi uno de cada cinco seres humanos es chino, el rápido avance de la inversión privada en China ha tenido un efecto colateral de proporciones inmensas: entre 2001 y 2011, la proporción que la inversión privada combinada de China y la India representa

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

a nivel mundial se cuadruplicó desde el 5% al 20%, en gran medida en detrimento de Europa Occidental y América del Norte (véase el gráfico 2.1).

El gráfico 1.3 resalta la persistente concentración de los recursos de I+D en unas cuantas economías muy desarrolladas o dinámicas. Varias de estas economías avanzadas se sitúan en el centro del gráfico (el Canadá y el Reino Unido); esto significa que poseen una densidad de investigadores similar a la de los líderes (como Alemania o los Estados Unidos de América), pero niveles inferiores de intensidad de I+D. Aunque las intensidades de I+D o capital humano del Brasil, China, la India y Turquía puedan parecer bajas, la contribución de estos países al acervo mundial de conocimiento está aumentando rápidamente gracias a la magnitud de su inversión financiera en I+D.

## TENDENCIAS MUNDIALES DEL CAPITAL HUMANO

### **Crecimiento generalizado en investigadores, pocos cambios en el equilibrio internacional**

En la actualidad, aproximadamente 7,8 millones de científicos e ingenieros están contratados en actividades de investigación en todo el mundo (cuadro 1.3). Desde 2007, el número de investigadores ha aumentado en un 21%. Este notable crecimiento se refleja también en la explosión del número de publicaciones científicas.

La Unión Europea sigue siendo líder mundial en cuanto a número de investigadores, con una proporción del 22,2%. Desde 2011, China (19,1%) ha superado a los Estados Unidos de América (16,7%), tal como predijo el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010*, a pesar de un reajuste a la baja de las cifras chinas realizado después de la publicación del documento. La proporción que representa el Japón a nivel mundial se ha contraído del 10,7% (2007) al 8,5% (2013), y la de la Federación de Rusia del 7,3% al 5,7%.

Los Cinco Grandes siguen representando el 72% de todos los investigadores, aunque sus respectivas proporciones han variado. Cabe destacar que los países de ingresos altos han cedido algo de terreno a los países de ingresos medianos altos, entre los que se incluye China; esta última representaba el 22,5% de los investigadores en 2007, pero el 28,0% en 2013 (cuadro 1.3).

Tal como pone de manifiesto el gráfico 1.3, cuando los países están dispuestos a invertir más en personal de investigación y actividades de investigación financiadas con fondos públicos, la inclinación de las empresas a invertir en I+D también aumenta (el tamaño de los círculos). Como es obvio, la investigación financiada con fondos públicos y la financiada con fondos privados persiguen objetivos diferentes, pero su

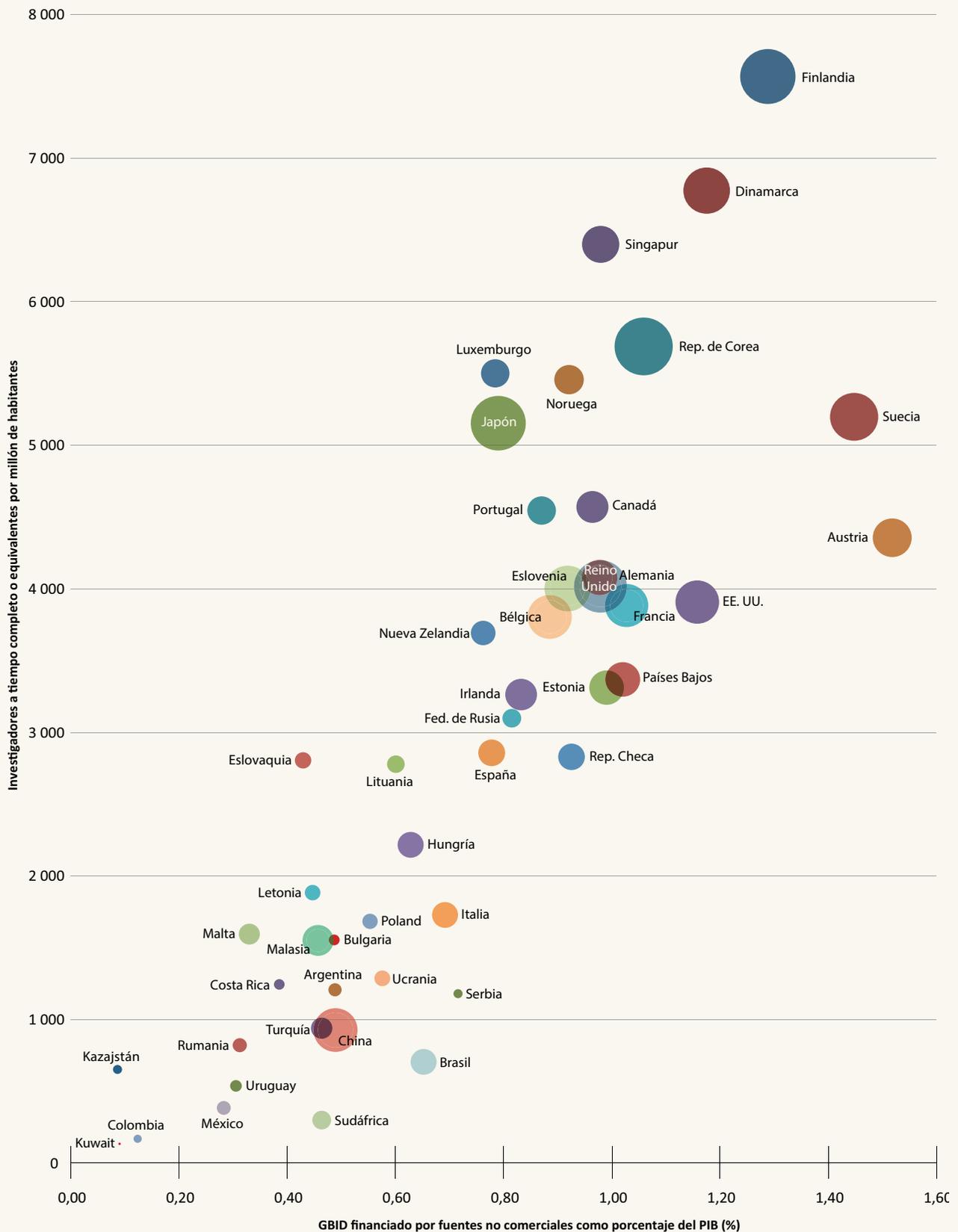
contribución al crecimiento nacional y al bienestar dependerá de hasta qué punto se complementen bien. Aunque esto es cierto para todos los países, con independencia de su nivel de ingresos, resulta evidente que esta correlación adquiere mayor fuerza por encima de un umbral determinado de densidad de investigadores y de intensidad de I+D financiada con fondos públicos. Aunque es posible encontrar algunos países con una intensidad relativamente elevada de I+D financiada por las empresas en el cuadrante inferior izquierdo del gráfico, ninguno de los incluidos en el cuadrante superior derecho posee una intensidad de I+D empresarial reducida.

Aunque los investigadores de países de ingresos más bajos siguen desarrollando sus carreras profesionales en el extranjero, el abanico de destinos preferentes se está ampliando. Esto podría deberse, en parte, a la crisis de 2008, que en cierta medida ha restado brillo a la imagen de Europa y América del Norte como una especie de El Dorado. Incluso los países que sufren una fuga de cerebros están atrayendo también a investigadores. Por ejemplo, entre 2002 y 2014, Sudán perdió más de 3 000 investigadores principales y adjuntos en los flujos migratorios, de acuerdo con el Centro Nacional de Investigación. Estos investigadores se dirigieron a países vecinos como Eritrea y Etiopía, atraídos por los mejores salarios, que son de más del doble que los ofrecidos en Sudán al personal universitario. A su vez, Sudán se ha convertido en un refugio para los estudiantes del mundo árabe, sobre todo desde los sucesos de la Primavera Árabe. Sudán también está atrayendo a un creciente número de estudiantes africanos (capítulo 19).

En los próximos años, es muy probable que la competencia por conseguir trabajadores cualificados se recrudezca a nivel internacional (capítulo 2). Esta tendencia dependerá, en parte, de los niveles de inversión en ciencia y tecnología en todo el mundo y de las tendencias demográficas, como por ejemplo las bajas tasas de natalidad y el envejecimiento de la población en algunos países (el Japón, la Unión Europea, etc.). Los países ya están formulando políticas de mayor amplitud para atraer y retener a emigrantes altamente cualificados y estudiantes de otros países, con el objetivo de crear un entorno innovador o de mantenerlo, como es el caso de Malasia (capítulo 26).

El número de estudiantes internacionales está experimentando un rápido crecimiento (gráfico 1.4). El capítulo 2 subraya la creciente movilidad a nivel doctoral, que a su vez está impulsando la movilidad de científicos. Esta quizá sea una de las tendencias más importantes de los últimos tiempos. Un estudio realizado recientemente por el Instituto de Estadística de la UNESCO concluyó que los estudiantes de los Estados árabes, Asia Central, el África Subsahariana y Europa Occidental tenían una mayor probabilidad de estudiar en el extranjero que sus homólogos de otras regiones. Asia Central incluso ha superado a África

**Gráfico 1.3: Efecto de refuerzo mutuo entre una inversión pública fuerte en I+D y el número de investigadores, 2010-2011**  
 El tamaño de los círculos es proporcional al GBID financiado por las empresas como proporción del PIB (%)



Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO, agosto de 2015

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Cuadro 1.3: Distribución porcentual de los investigadores en el mundo, 2007, 2009, 2011 y 2013

	Investigadores (miles)				Porcentaje de investigadores en el mundo (%)				
	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013	
<b>Mundo</b>	<b>6 400,9</b>	<b>6 901,9</b>	<b>7 350,4</b>	<b>7 758,9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Economías de ingresos altos	4 445,9	4 653,9	4 823,1	4 993,6	69,5	67,4	65,6	64,4	
Economías de ingresos medianos altos	1 441,8	1 709,4	1 952,3	2 168,8	22,5	24,8	26,6	28,0	
Economías de ingresos medianos bajos	439,6	453,2	478,0	493,8	6,9	6,6	6,5	6,4	
Economías de bajos ingresos	73,6	85,4	96,9	102,6	1,2	1,2	1,3	1,3	
<b>América</b>	<b>1 516,6</b>	<b>1 656,7</b>	<b>1 696,1</b>	<b>1 721,9</b>	<b>23,7</b>	<b>24,0</b>	<b>23,1</b>	<b>22,2</b>	
América del Norte	1 284,9	1 401,2	1 416,1	1 433,3	20,1	20,3	19,3	18,5	
América Latina	222,6	245,7	270,8	280,0	3,5	3,6	3,7	3,6	
Caribe	9,1	9,7	9,2	8,5	0,1	0,1	0,1	0,1	
<b>Europa</b>	<b>2 125,6</b>	<b>2 205,0</b>	<b>2 296,8</b>	<b>2 408,1</b>	<b>33,2</b>	<b>31,9</b>	<b>31,2</b>	<b>31,0</b>	
Unión Europea	1 458,1	1 554,0	1 623,9	1 726,3	22,8	22,5	22,1	22,2	
Europa Sudoriental	11,3	12,8	14,2	14,9	0,2	0,2	0,2	0,2	
Asociación Europea de Libre Comercio	51,9	56,8	62,9	67,2	0,8	0,8	0,9	0,9	
Resto de Europa	604,3	581,4	595,8	599,9	9,4	8,4	8,1	7,7	
<b>África</b>	<b>150,1</b>	<b>152,7</b>	<b>173,4</b>	<b>187,5</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	
África Subsahariana	58,8	69,4	77,1	82,0	0,9	1,0	1,0	1,1	
Estados árabes de África	91,3	83,3	96,3	105,5	1,4	1,2	1,3	1,4	
<b>Asia</b>	<b>2 498,1</b>	<b>2 770,8</b>	<b>3 063,9</b>	<b>3 318,0</b>	<b>39,0</b>	<b>40,1</b>	<b>41,7</b>	<b>42,8</b>	
Asia Central	21,7	25,1	26,1	33,6	0,3	0,4	0,4	0,4	
Estados árabes de Asia	31,6	35,6	40,7	44,0	0,5	0,5	0,6	0,6	
Asia Occidental	116,2	119,2	124,3	136,9	1,8	1,7	1,7	1,8	
Asia Meridional	206,2	223,6	233,0	242,4	3,2	3,2	3,2	3,1	
Asia Sudoriental	2 122,4	2 367,4	2 639,8	2 861,1	33,2	34,3	35,9	36,9	
<b>Oceanía</b>	<b>110,5</b>	<b>116,7</b>	<b>120,1</b>	<b>123,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	
<b>Otros grupos</b>									
Países menos adelantados	45,2	51,0	55,8	58,8	0,7	0,7	0,8	0,8	
Estados árabes (todos)	122,9	118,9	137,0	149,5	1,9	1,7	1,9	1,9	
OCDE	3 899,2	4 128,9	4 292,5	4 481,6	60,9	59,8	58,4	57,8	
G20	5 605,1	6 044,0	6 395,0	6 742,1	87,6	87,6	87,0	86,9	
<b>Países seleccionados</b>									
Argentina	38,7	43,7	50,3	51,6 <sup>-1</sup>	0,6	0,6	0,7	0,7 <sup>-1</sup>	
Brasil	116,3	129,1	138,7 <sup>-1</sup>	-	1,8	1,9	2,0 <sup>-1</sup>	-	
Canadá	151,3	150,2	163,1	156,6 <sup>-1</sup>	2,4	2,2	2,2	2,1 <sup>-1</sup>	
China	- <sup>*</sup>	1 152,3 <sup>b</sup>	1 318,1	1 484,0	- <sup>*</sup>	16,7 <sup>b</sup>	17,9	19,1	
Egipto	49,4	35,2	41,6	47,7	0,8	0,5	0,6	0,6	
Francia	221,9	234,4	249,2 <sup>b</sup>	265,2	3,5	3,4	3,4 <sup>b</sup>	3,4	
Alemania	290,9	317,3	338,7	360,3	4,5	4,6	4,6	4,6	
India	154,8 <sup>-2</sup>	-	192,8 <sup>-1</sup>	-	2,6 <sup>-2</sup>	-	2,7 <sup>-1</sup>	-	
Irán	54,3 <sup>+1</sup>	52,3 <sup>b</sup>	54,8 <sup>-1</sup>	-	0,8 <sup>+1</sup>	0,8 <sup>b</sup>	0,8 <sup>-1</sup>	-	
Israel	-	-	55,2	63,7 <sup>-1</sup>	-	-	0,8	0,8 <sup>-1</sup>	
Japón	684,3	655,5 <sup>b</sup>	656,7	660,5	10,7	9,5 <sup>b</sup>	8,9	8,5	
Malasia	9,7 <sup>-1</sup>	29,6 <sup>b</sup>	47,2	52,1 <sup>-1</sup>	0,2 <sup>-1</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,6	0,7 <sup>-1</sup>	
México	37,9	43,0	46,1	-	0,6	0,6	0,6	-	
República de Corea	221,9	244,1	288,9	321,8	3,5	3,5	3,9	4,1	
Federación de Rusia	469,1	442,3	447,6	440,6	7,3	6,4	6,1	5,7	
Sudáfrica	19,3	19,8	20,1	21,4 <sup>-1</sup>	0,3	0,3	0,3	0,3 <sup>-1</sup>	
Turquía	49,7	57,8	72,1	89,1	0,8	0,8	1,0	1,1	
Reino Unido	252,7	256,1	251,4	259,3	3,9	3,7	3,4	3,3	
Estados Unidos de América	1 133,6	1 251,0	1 252,9	1 265,1 <sup>-1</sup>	17,7	18,1	17,0	16,7 <sup>-1</sup>	

-n/+n = datos para n años antes o después del año de referencia.

r: ruptura en la serie de datos con el año anterior para el que se muestran datos.

Investigadores por millón de habitantes				
	2007	2009	2011	2013
	959,2	1 009,8	1 050,4	1 083,3
	3 517,0	3 632,3	3 720,4	3 814,1
	620,9	723,9	813,0	888,1
	187,8	187,8	192,2	192,9
	98,7	109,6	119,1	120,7
	1 661,2	1 776,1	1 780,8	1 771,6
	3 814,6	4 081,5	4 052,0	4 034,1
	415,8	448,3	482,7	487,7
	223,0	235,4	220,2	200,8
	2 635,4	2 717,4	2 816,4	2 941,9
	2 911,8	3 081,9	3 202,0	3 388,3
	575,4	659,9	734,8	772,0
	4 112,4	4 390,4	4 757,0	4 980,8
	2 208,8	2 115,3	2 160,2	2 170,4
	156,8	151,8	164,1	168,8
	77,0	86,0	90,6	91,4
	474,0	418,1	467,2	494,5
	630,6	684,4	740,8	785,8
	351,6	395,0	399,7	500,0
	259,2	272,5	294,4	303,1
	1 224,1	1 226,9	1 249,1	1 343,2
	133,7	141,0	143,1	145,0
	991,9	1 090,1	1 197,6	1 279,1
	3 173,8	3 235,7	3 226,8	3 218,9
	57,7	62,2	65,0	65,5
	390,7	360,5	397,8	417,0
	3 205,9	3 346,7	3 433,7	3 542,3
	1 276,9	1 353,2	1 408,0	1 460,7
	983,5	1 092,3	1 236,0	1 255,8 <sup>-1</sup>
	612,0	667,2	710,3 <sup>-1</sup>	-
	4 587,7	4 450,6	4 729,0	4 493,7 <sup>-1</sup>
	- <sup>a</sup>	852,8 <sup>b</sup>	963,2	1 071,1
	665,0	457,9	523,6	580,7
	3 566,1	3 726,7	3 920,1 <sup>b</sup>	4 124,6
	3 480,0	3 814,6	4 085,9	4 355,4
	137,4 <sup>-2</sup>	-	159,9 <sup>-1</sup>	-
	746,9 <sup>+1</sup>	710,6 <sup>b</sup>	736,1 <sup>-1</sup>	-
	-	-	7 316,6	8 337,1 <sup>-1</sup>
	5 377,7	5 147,4 <sup>b</sup>	5 157,5	5 194,8
	368,2 <sup>-1</sup>	1 065,4 <sup>b</sup>	1 642,7	1 780,2 <sup>-1</sup>
	334,1	369,1	386,4	-
	4 665,0	5 067,5	5 928,3	6 533,2
	3 265,4	3 077,9	3 120,4	3 084,6
	389,5	388,9	387,2	408,2 <sup>-1</sup>
	714,7	810,7	987,0	1 188,7
	4 143,8	4 151,1	4 026,4	4 107,7
	3 731,4	4 042,1	3 978,7	3 984,4 <sup>-1</sup>

Nota: Investigadores a tiempo completo o equivalentes.

Fuente: estimaciones del Instituto de Estadística de la UNESCO, julio de 2015

en cuanto a la proporción de estudiantes de doctorado que estudian en el extranjero (véase el gráfico 2.10).

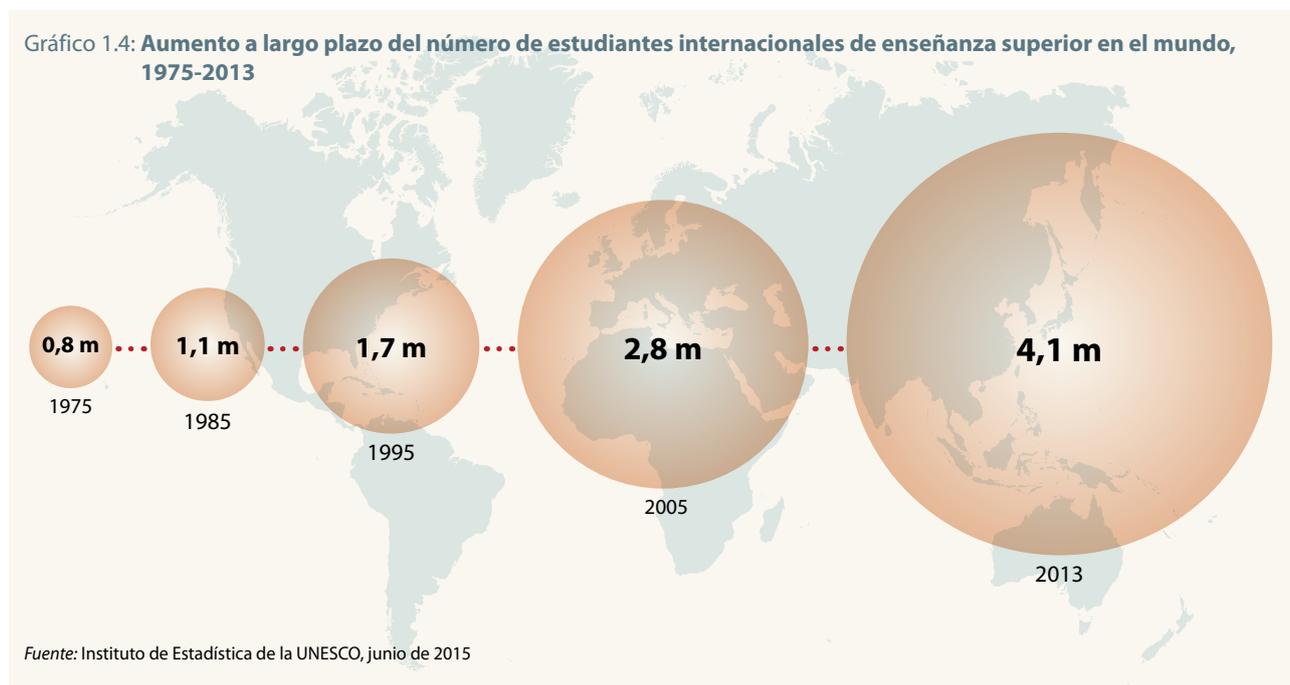
En Europa y Asia, los programas tanto nacionales como regionales animan activamente a los estudiantes de doctorado a estudiar en el extranjero. El Gobierno vietnamita, por ejemplo, patrocina la formación doctoral de sus ciudadanos en el extranjero con el objetivo de incorporar 20 000 doctores a las facultades de las universidades vietnamitas en 2020. La Arabia Saudita está adoptando un enfoque similar. Malasia, mientras tanto, tiene previsto convertirse en el sexto destino más importante a nivel mundial para estudiantes universitarios internacionales en 2020. Entre 2007 y 2012, el número de estudiantes internacionales en Malasia prácticamente se duplicó, hasta superar la cifra de los 56 000 (capítulo 26). Sudáfrica recibió aproximadamente 61 000 estudiantes internacionales en 2009, dos tercios de los cuales procedían de otras naciones de la SADC (capítulo 20). Cuba es un destino popular para los estudiantes de América Latina.

### La segunda mitad del capital humano sigue siendo una minoría

A medida que los países se enfrentan a la necesidad de establecer una reserva de científicos o investigadores que sea proporcional a sus ambiciones de desarrollo, sus actitudes ante las cuestiones de género están cambiando. Algunos Estados árabes ya tienen más mujeres que hombres estudiando ciencias naturales, ciencias de la salud y agricultura en la universidad (capítulo 17). La Arabia Saudita tiene previsto crear 500 centros de formación profesional para reducir su dependencia de los trabajadores extranjeros, la mitad de los cuales se reservará a niñas adolescentes (capítulo 17). En el mundo árabe, aproximadamente el 37% de los investigadores son mujeres, más que en la Unión Europea (33%).

De forma general, las mujeres constituyen una minoría en el mundo de la investigación. Además, tienden a tener un acceso más restringido a la financiación que los hombres, y están peor representadas en las universidades de prestigio y entre los profesores universitarios titulares, lo que las pone aún más en desventaja en lo que respecta a las publicaciones de alto impacto (capítulo 3). Las regiones con las proporciones más elevadas de mujeres entre los investigadores son Europa Sudoriental (49%), el Caribe, Asia Central y América Latina (44%). El África Subsahariana posee un 30% de mujeres investigadoras, y Asia Meridional un 17%. Asia Sudoriental ofrece un panorama contrastado: las mujeres representan el 52% de los investigadores en Filipinas y Tailandia, por ejemplo, pero solamente el 14% en el Japón y el 18% en la República de Corea (capítulo 3).

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA



A nivel mundial, las mujeres han alcanzado la paridad (45-55%) en los niveles de licenciatura y maestría, donde representan el 53% de los estudiantes. En los estudios de doctorado, en cambio, no alcanzan la paridad, ya que representan el 43%. La brecha se amplía en el ámbito de la investigación, en el que actualmente sólo representan el 28,4% de los investigadores, y se convierte en un abismo en los escalones más elevados de la adopción de decisiones (capítulo 3).

Diversos países han implantado políticas destinadas a fomentar la igualdad de género. Tres ejemplos son Alemania, donde el pacto de coalición de 2013 introdujo una cuota del 30% de mujeres en los consejos de administración de las empresas; el Japón, donde los criterios de selección para la mayor parte de las grandes becas universitarias tienen ya en cuenta la proporción de mujeres dentro del personal docente e investigador; y la República del Congo, que en 2012 creó un Ministerio para la Promoción de las Mujeres y la Integración de las Mujeres en el Desarrollo Nacional.

### TENDENCIAS DE LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTOS

#### La Unión Europea sigue liderando el mundo de las publicaciones

La Unión Europea sigue liderando el mundo de las publicaciones con el 34% del total, seguida de los Estados Unidos de América, con el 25% (cuadro 1.4). A pesar de estas impresionantes cifras, las proporciones que la Unión Europea

y los Estados Unidos de América representan en el mundo han caído en el último quinquenio debido al meteórico ascenso de China: las publicaciones chinas prácticamente se han duplicado en los últimos cinco años hasta alcanzar el 20% del total mundial. Hace diez años, China representaba sólo el 5% de las publicaciones mundiales. Este rápido crecimiento refleja la madurez del sistema de investigación chino, tanto en términos de inversión como de número de investigadores o publicaciones.

En cuanto a la especialización relativa de los países en determinadas disciplinas científicas, el gráfico 1.5 muestra las grandes diferencias que existen en términos de especialización entre los diferentes países. Los países que han dominado tradicionalmente el escenario científico parecen poseer una fortaleza relativa en astronomía y una debilidad relativa en ciencias agrícolas. Este es el caso, en especial, del Reino Unido, que se caracteriza por una fuerte concentración en ciencias sociales. El punto fuerte de Francia desde una perspectiva científica parece ser las matemáticas. Los Estados Unidos de América y el Reino Unido se centran más en las ciencias biológicas y la medicina, y el Japón en la química.

Entre los países del grupo BRICS existen algunas diferencias llamativas. Federación Rusia está muy especializada en física, astronomía, geociencias, matemáticas y química. En comparación, la producción científica china parece ajustarse a una pauta bastante equilibrada, si dejamos a un lado la psicología, las ciencias sociales y las ciencias biológicas, ámbitos en los cuales la producción científica de China se

sitúa muy por debajo de la media. Las fortalezas relativas del Brasil son la agricultura y las ciencias biológicas. De forma poco sorprendente, Malasia se especializa en ingeniería e informática.

En el último quinquenio han surgido varias tendencias nuevas en lo que respecta a las prioridades nacionales de investigación. Aunque algunos datos sobre publicaciones científicas reflejan estas prioridades, la clasificación de las diferentes disciplinas no está lo suficientemente pormenorizada. Por ejemplo, aunque la energía se ha convertido en una preocupación predominante, la investigación relacionada se reparte entre diversas disciplinas.

### La innovación se da en países de todos los niveles de ingresos

Tal como pone de manifiesto el capítulo 2, y en contradicción con algunas ideas preconcebidas, el comportamiento innovador se da en países que abarcan todos los niveles de ingresos. Las diferencias significativas en la tasa y las tipologías de innovación observadas entre países en desarrollo, que por lo demás poseen niveles comparables de ingresos, poseen un marcado interés en términos de política. De acuerdo con una encuesta sobre innovación realizada por el Instituto de Estadística de la UNESCO (capítulo 2), el comportamiento innovador de las empresas tiende a agruparse en torno a áreas de investigación críticas, como por ejemplo las regiones costeras de China o el Estado brasileño de São Paulo. La encuesta sugiere que, con el paso del tiempo, los flujos de IED relativos a I+D están extendiendo la innovación por todo el planeta de forma más uniforme.

Aunque una buena parte de las políticas de alto nivel se centra en fomentar la inversión en I+D, la encuesta de innovación subraya la importancia potencial que poseen para las empresas la adquisición de conocimientos externos o la realización de actividades de innovación no tecnológica (capítulo 2). La encuesta confirma la debilidad de la interacción entre las empresas, por una parte, y entre las universidades y los laboratorios públicos, por otra. Esta preocupante tendencia se subraya en muchos capítulos del presente informe, como los relativos al Brasil (capítulo 8), la cuenca del Mar Negro (capítulo 12), la Federación de Rusia (capítulo 13), los Estados árabes (capítulo 17) y la India (capítulo 22).

La actividad de registro de patentes proporciona información sobre el impacto de la innovación. El número de patentes triádicas, término que hace referencia al registro de una misma invención por parte de un mismo inventor ante las oficinas de patentes de los Estados Unidos de América, la Unión Europea y el Japón, proporciona un indicador de la propensión de un país a tratar de ganar competitividad basada en la tecnología a nivel mundial. La dominación global de las economías de

ingresos altos en este sentido resulta sorprendente (cuadro 1.5 y gráfico 1.6). En lo que respecta a este indicador, la República de Corea y China son los únicos países que han conseguido hacer algo de mella en la dominación de la Tríada. Aunque la proporción mundial correspondiente a los países no pertenecientes al G20 se ha triplicado en el decenio previo a 2012, sigue siendo de sólo el 1,2%. En el cuadro 1.5 se muestra la extrema concentración de las solicitudes de patentes en América del Norte, Asia y Europa: el resto del mundo apenas representa el 2% del total mundial.

En la actualidad, las Naciones Unidas están debatiendo cómo materializar la propuesta de banco de tecnología para los países menos adelantados.<sup>7</sup> El banco de tecnología tendrá como objetivo mejorar la capacidad de estos países para acceder a las tecnologías desarrolladas en otros lugares y aumentar su capacidad de registro de patentes. En septiembre de 2015, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible que se celebró en Nueva York (EE.UU.), las Naciones Unidas adoptaron un mecanismo de facilitación sobre tecnologías limpias y respetuosas con el medio ambiente. Este mecanismo contribuirá a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030) que se aprobaron en ese mismo mes.

## LOS PAÍSES Y REGIONES EN DETALLE

Esta vez el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* cubre el mayor número de países hasta la fecha. Esto se debe a la creciente aceptación en todo el mundo de que la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) constituyen un motor de desarrollo. En la siguiente sección se resumen las tendencias y novedades más interesantes derivadas de los capítulos 4 a 27.

**El Canadá (capítulo 4)** ha conseguido sortear las peores sacudidas de la crisis financiera estadounidense de 2008 gracias a la solidez de su sector bancario y a la fuerza de sus sectores energético y de recursos naturales, aunque actualmente esta situación está cambiando con la bajada de los precios internacionales del petróleo desde 2014.

Subsisten dos debilidades importantes subrayadas por el anterior *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia*: el débil compromiso del sector privado con la innovación y la ausencia de una agenda nacional sólida en el ámbito del talento y la formación en disciplinas científicas y de ingeniería. La investigación académica sigue siendo relativamente fuerte en términos generales, con un nivel de publicaciones superior al de la OCDE en cuanto a proporción media de citas, a pesar de que la posición del Canadá en las clasificaciones de enseñanza superior se está debilitando. Ha surgido un punto débil adicional: una agenda política centrada casi

<sup>7</sup> Ver: <http://unohrlls.org/technologybank>

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Cuadro 1.4: Distribución porcentual de las publicaciones científicas en el mundo, 2008 y 2014

	Total publicaciones		Variación (%) 2008–2014	Porcentaje mundial de publicaciones (%)		Publicaciones por millón de habitantes		Publicaciones con coautores internacionales (%)	
	2008	2014		2008	2014	2008	2014	2008	2014
<b>Mundo</b>	<b>1 029 471</b>	<b>1 270 425</b>	<b>23,4</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>153</b>	<b>176</b>	<b>20,9</b>	<b>24,9</b>
Economías de ingresos altos	812 863	908 960	11,8	79,0	71,5	653	707	26,0	33,8
Economías de ingresos medianos altos	212 814	413 779	94,4	20,7	32,6	91	168	28,0	28,4
Economías de ingresos medianos bajos	58 843	86 139	46,4	5,7	6,8	25	33	29,2	37,6
Economías de bajos ingresos	4 574	7 660	67,5	0,4	0,6	6	9	80,1	85,8
<b>América</b>	<b>369 414</b>	<b>417 372</b>	<b>13,0</b>	<b>35,9</b>	<b>32,9</b>	<b>403</b>	<b>428</b>	<b>29,7</b>	<b>38,2</b>
América del Norte	325 942	362 806	11,3	31,7	28,6	959	1 013	30,5	39,6
América Latina	50 182	65 239	30,0	4,9	5,1	93	112	34,5	41,1
Caribe	1 289	1 375	6,7	0,1	0,1	36	36	64,6	82,4
<b>Europa</b>	<b>438 450</b>	<b>498 817</b>	<b>13,8</b>	<b>42,6</b>	<b>39,3</b>	<b>542</b>	<b>609</b>	<b>34,8</b>	<b>42,1</b>
Unión Europea	379 154	432 195	14,0	36,8	34,0	754	847	37,7	45,5
Europa Sudoriental	3 314	5 505	66,1	0,3	0,4	170	287	37,7	43,3
Asociación Europea de Libre Comercio	26 958	35 559	31,9	2,6	2,8	2 110	2 611	62,5	70,1
Resto de Europa	51 485	57 208	11,1	5,0	4,5	188	207	27,2	30,3
<b>África</b>	<b>20 786</b>	<b>33 282</b>	<b>60,1</b>	<b>2,0</b>	<b>2,6</b>	<b>21</b>	<b>29</b>	<b>52,3</b>	<b>64,6</b>
África Subsahariana	11 933	18 014	51,0	1,2	1,4	15	20	57,4	68,7
Estados árabes de África	8 956	15 579	74,0	0,9	1,2	46	72	46,0	60,5
<b>Asia</b>	<b>292 230</b>	<b>501 798</b>	<b>71,7</b>	<b>28,4</b>	<b>39,5</b>	<b>73</b>	<b>118</b>	<b>23,7</b>	<b>26,1</b>
Asia Central	744	1 249	67,9	0,1	0,1	12	18	64,0	71,3
Estados árabes de Asia	5 842	17 461	198,9	0,6	1,4	46	118	50,3	76,8
Asia Occidental	22 981	37 946	65,1	2,2	3,0	239	368	33,0	33,3
Asia Meridional	41 646	62 468	50,0	4,0	4,9	27	37	21,2	27,8
Asia Sudoriental	224 875	395 897	76,1	21,8	31,2	105	178	23,7	25,2
<b>Oceanía</b>	<b>35 882</b>	<b>52 782</b>	<b>47,1</b>	<b>3,5</b>	<b>4,2</b>	<b>1 036</b>	<b>1 389</b>	<b>46,8</b>	<b>55,7</b>
<b>Otros grupos</b>									
Países menos adelantados	4 191	7 447	77,7	0,4	0,6	5	8	79,7	86,8
Estados árabes (todos)	14 288	29 944	109,6	1,4	2,4	44	82	45,8	65,9
OCDE	801 151	899 810	12,3	77,8	70,8	654	707	25,8	33,3
G20	949 949	1 189 605	25,2	92,3	93,6	215	256	22,4	26,2
<b>Países seleccionados</b>									
Argentina	6 406	7 885	23,1	0,6	0,6	161	189	44,9	49,3
Brasil	28 244	37 228	31,8	2,7	2,9	147	184	25,6	33,5
Canadá	46 829	54 631	16,7	4,5	4,3	1 403	1 538	46,6	54,5
China	102 368	256 834	150,9	9,9	20,2	76	184	23,4	23,6
Egipto	4 147	8 428	103,2	0,4	0,7	55	101	38,0	60,1
Francia	59 304	65 086	9,7	5,8	5,1	948	1 007	49,3	59,1
Alemania	79 402	91 631	15,4	7,7	7,2	952	1 109	48,6	56,1
India	37 228	53 733	44,3	3,6	4,2	32	42	18,5	23,3
Irán	11 244	25 588	127,6	1,1	2,0	155	326	20,5	23,5
Israel	10 576	11 196	5,9	1,0	0,9	1 488	1 431	44,6	53,1
Japón	76 244	73 128	-4,1	7,4	5,8	599	576	24,5	29,8
Malasia	2 852	9 998	250,6	0,3	0,8	104	331	42,3	51,6
México	8 559	11 147	30,2	0,8	0,9	74	90	44,7	45,9
República de Corea	33 431	50 258	50,3	3,2	4,0	698	1 015	26,6	28,8
Federación de Rusia	27 418	29 099	6,1	2,7	2,3	191	204	32,5	35,7
Sudáfrica	5 611	9 309	65,9	0,5	0,7	112	175	51,9	60,5
Turquía	18 493	23 596	27,6	1,8	1,9	263	311	16,3	21,6
Reino Unido	77 116	87 948	14,0	7,5	6,9	1 257	1 385	50,4	62,0
Estados Unidos de América	289 769	321 846	11,1	28,1	25,3	945	998	30,5	39,6

Nota: La suma de las cifras correspondientes a las diversas regiones es superior al total porque los artículos que incluyen a varios autores se contabilizan en su totalidad en cada una de dichas regiones.

Fuente: Datos del Science Citation Index Expanded de la Web of Science de Thomson Reuters, recopilados para la UNESCO por Science-Metrix, mayo de 2015

Gráfico 1.5: Tendencias de las publicaciones científicas en el mundo, 2008 y 2014

13,8%

Crecimiento de las publicaciones con autores de Europa entre 2008 y 2014, la región con la mayor proporción de publicaciones: 39,3%

60,1%

Crecimiento de las publicaciones con autores de África entre 2008 y 2014

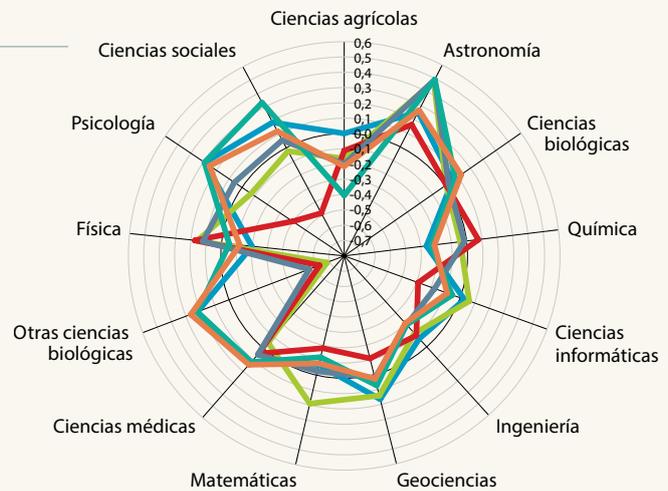
109,6%

Crecimiento de las publicaciones con autores de los Estados árabes entre 2008 y 2014

### Especialización científica en economías avanzadas grandes

En cuanto a especialización en matemáticas, Francia se sitúa en primera posición entre los países del G7

La mayor diferencia entre los países del G7 se da en su especialización en psicología y ciencias sociales

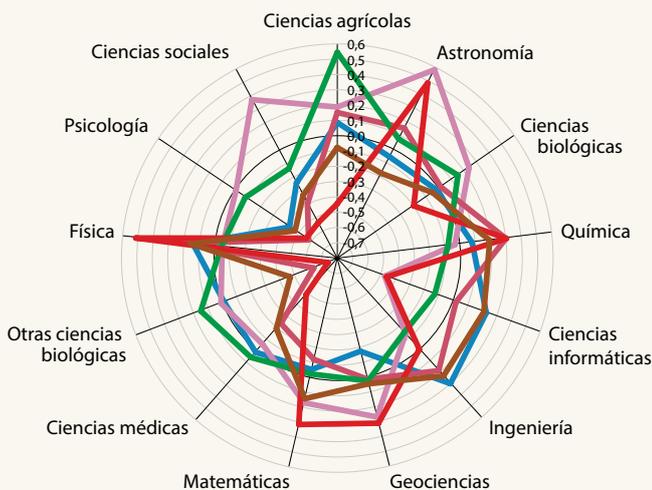
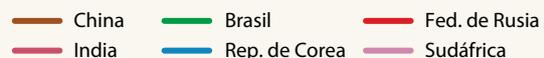


### Especialización científica en economías emergentes grandes

La Federación de Rusia lidera las economías emergentes grandes en geociencias, física y matemáticas, pero va a la zaga en ciencias biológicas

La República de Corea, China y la India dominan en ingeniería y química

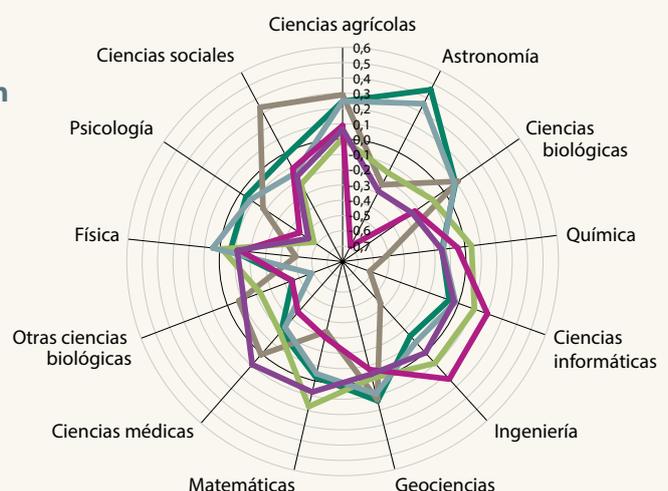
El Brasil se especializa en ciencias agrícolas, Sudáfrica en astronomía



### Especialización científica en otras economías emergentes nacionales y regionales

El África Subsahariana y América Latina poseen una concentración similar en agricultura y geociencias

Los Estados árabes se especializan mucho en las matemáticas y poco en la psicología



Fuente: UNU-MERIT, a partir de la Web of Science (Thomson Reuters); tratamiento de datos por Science-Metrix

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Cuadro 1.5: Patentes presentadas a la Oficina Estatal de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO), 2008 y 2013

Por región o país del inventor

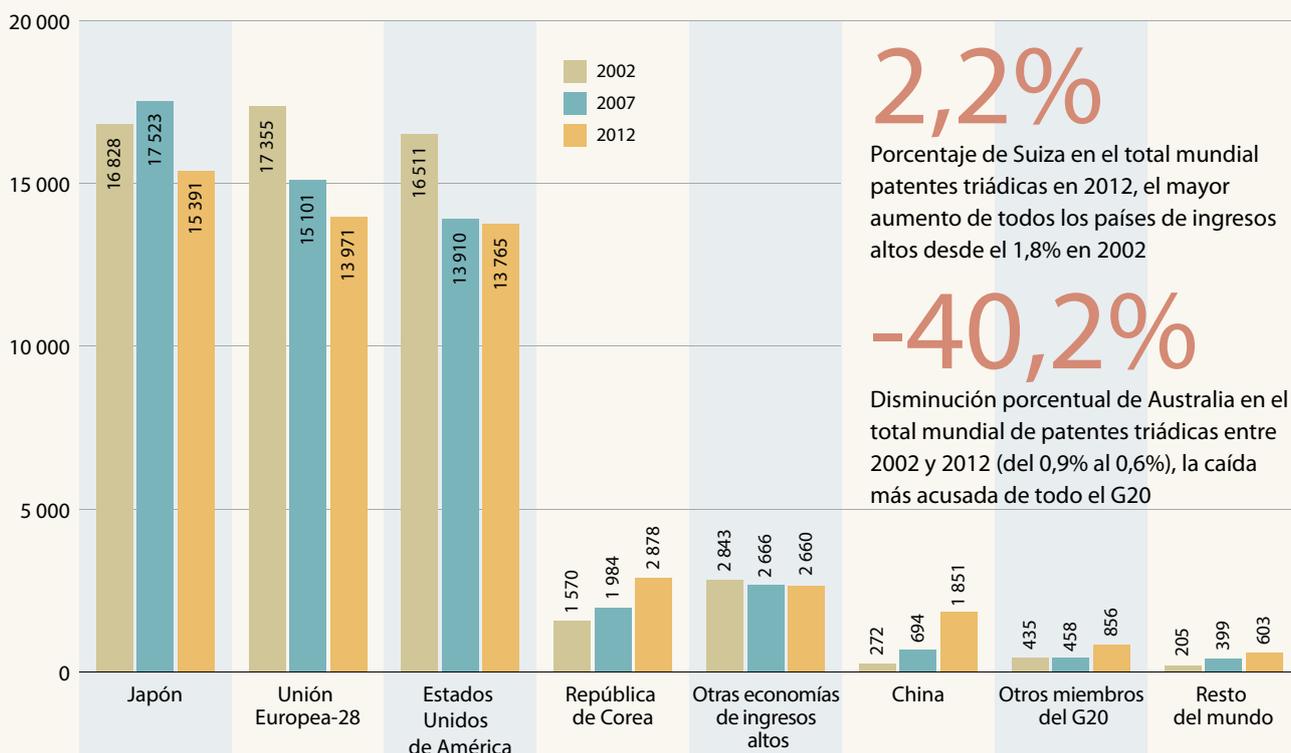
	Patentes de la USPTO			
	Total		Distribución porcentual mundial (%)	
	2008	2013	2008	2013
<b>Mundo</b>	<b>157 768</b>	<b>277 832</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Economías de ingresos altos	149 290	258 411	94,6	93,0
Economías de ingresos medianos altos	2 640	9 529	1,7	3,4
Economías de ingresos medianos bajos	973	3 586	0,6	1,3
Economías de bajos ingresos	15	59	0,0	0,0
<b>América</b>	<b>83 339</b>	<b>145 741</b>	<b>52,8</b>	<b>52,5</b>
América del Norte	83 097	145 114	52,7	52,2
América Latina	342	829	0,2	0,3
Caribe	21	61	0,0	0,0
<b>Europa</b>	<b>25 780</b>	<b>48 737</b>	<b>16,3</b>	<b>17,5</b>
Unión Europea	24 121	45 401	15,3	16,3
Europa Sudoriental	4	21	0,0	0,0
Asociación Europea de Libre Comercio	1 831	3 772	1,2	1,4
Resto de Europa	362	773	0,2	0,3
<b>África</b>	<b>137</b>	<b>303</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
África Subsahariana	119	233	0,1	0,1
Estados árabes de África	18	70	0,0	0,0
<b>Asia</b>	<b>46 773</b>	<b>83 904</b>	<b>29,6</b>	<b>30,2</b>
Asia Central	3	8	0,0	0,0
Estados árabes de Asia	81	426	0,1	0,2
Asia Occidental	1 350	3 464	0,9	1,2
Asia Meridional	855	3 350	0,5	1,2
Asia Sudoriental	44 515	76 796	28,2	27,6
<b>Oceanía</b>	<b>1 565</b>	<b>2 245</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>
<b>Otros grupos</b>				
Países menos adelantados	7	23	0,0	0,0
Estados árabes (todos)	99	492	0,1	0,2
OCDE	148 658	257 066	94,2	92,5
G20	148 608	260 904	94,2	93,9
<b>Países seleccionados</b>				
Argentina	45	114	0,0	0,0
Brasil	142	341	0,1	0,1
Canadá	3 936	7 761	2,5	2,8
China	1 757	7 568	1,1	2,7
Egipto	10	52	0,0	0,0
Francia	3 683	7 287	2,3	2,6
Alemania	9 901	17 586	6,3	6,3
India	848	3 317	0,5	1,2
Irán	3	43	0,0	0,0
Israel	1 337	3 405	0,8	1,2
Japón	34 198	52 835	21,7	19,0
Malasia	200	288	0,1	0,1
México	90	217	0,1	0,1
República de Corea	7 677	14 839	4,9	5,3
Federación de Rusia	281	591	0,2	0,2
Sudáfrica	102	190	0,1	0,1
Turquía	35	113	0,0	0,0
Reino Unido	3 828	7 476	2,4	2,7
Estados Unidos de América	79 968	139 139	50,7	50,1

Nota: La suma de las cifras y porcentajes correspondientes a las diversas regiones es superior al total porque las patentes que incluyen a varios inventores se contabilizan en su totalidad en cada una de dichas regiones.

Fuente: Datos de la base de datos PATSTAT de la Oficina Estatal de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO), recopilados para la UNESCO por Science-Metrix, junio de 2015.

## Gráfico 1.6: Tendencias de las patentes triádicas en el mundo, 2002, 2007 y 2012

Número de patentes triádicas, 2002, 2007 y 2012

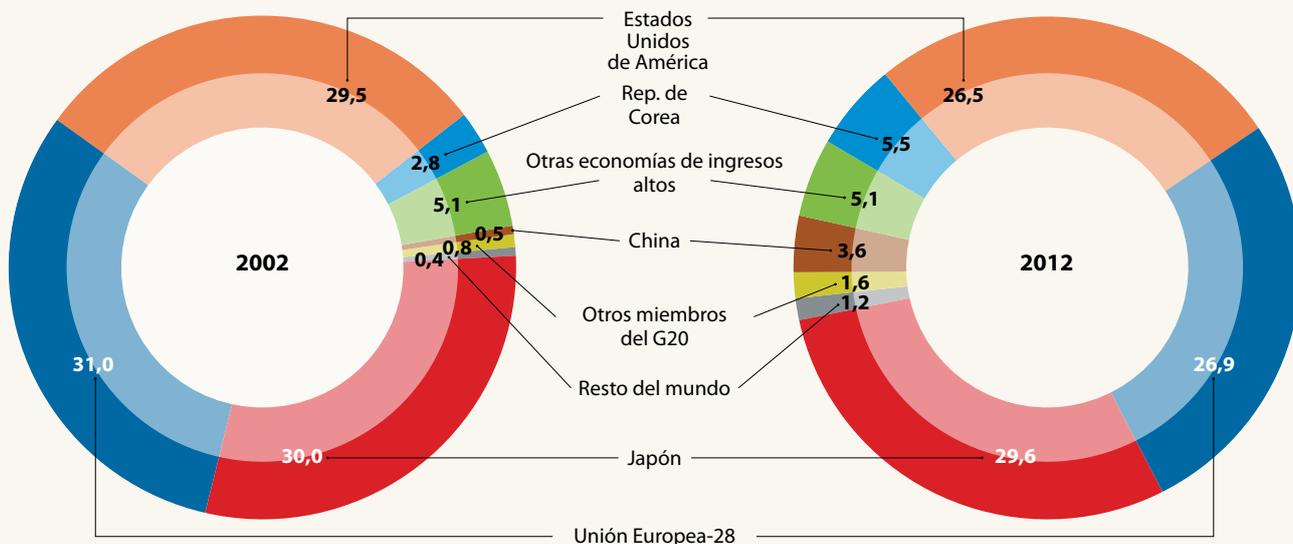


**Dentro de la Tríada, la Unión Europea y los Estados Unidos de América sufrieron la mayor contracción de su porcentaje en el total mundial de patentes triádicas entre 2002 y 2012**

**La proporción que representa la República de Corea en el total mundial de patentes triádicas casi se duplicó entre 2002 y 2012, con una proporción del 5,5%**

**El porcentaje de China en el total mundial de patentes triádicas aumentó del 0,5% al 3,6%, mientras que los demás miembros del G20 duplicaron su porcentaje, con una proporción media del 1,6%**

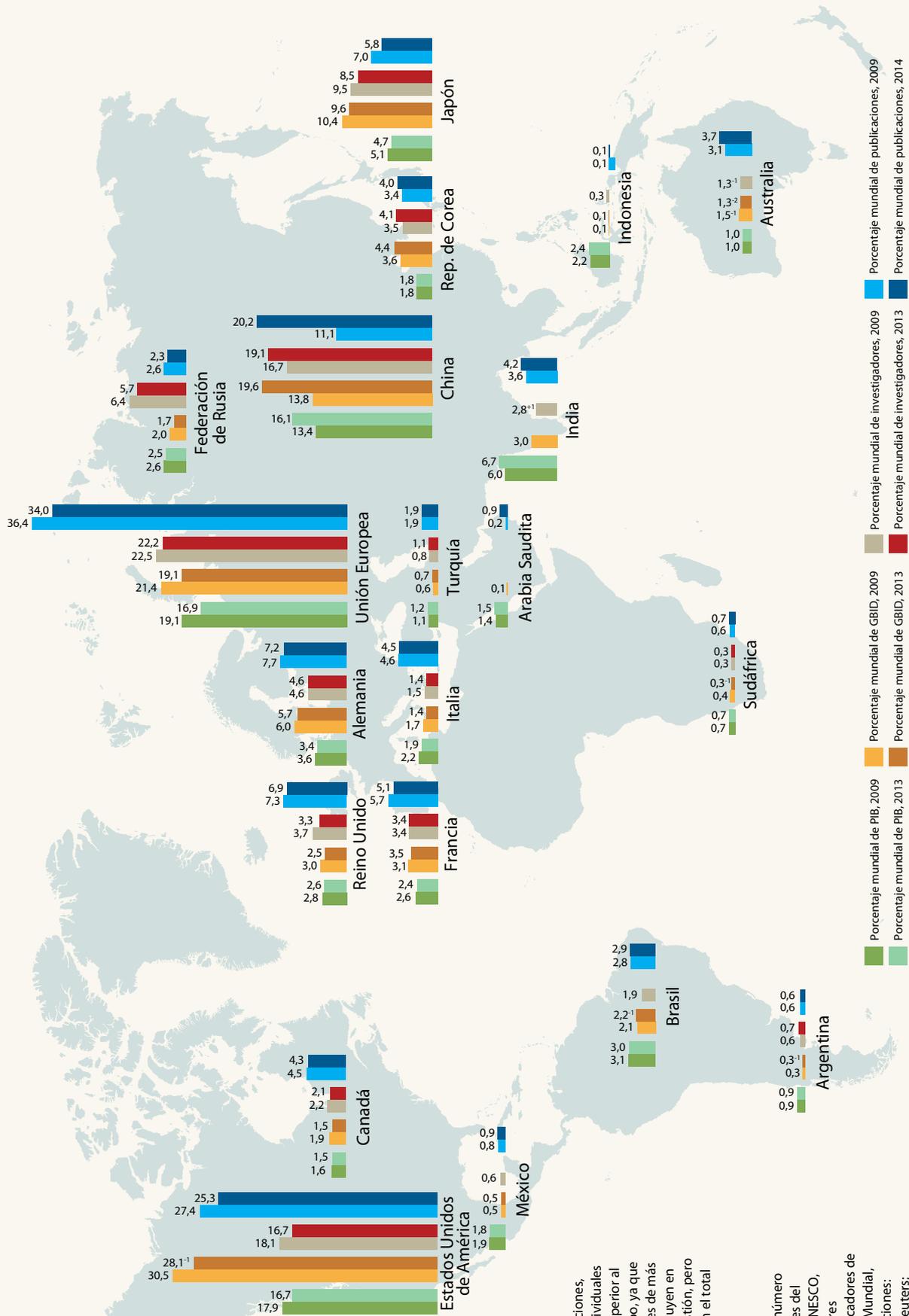
Distribución porcentual de las patentes triádicas en el mundo, 2002 y 2012 (%)



*Nota:* Estimación a corto plazo del número de patentes triádicas de los países en la base de datos de la USPTO, 2002, 2007 y 2012; se entiende por patentes triádicas aquellas tramitadas por el mismo solicitante o inventor, y en relación con la misma invención, en la Oficina Europea de Patentes (OEP), la Oficina Estatal de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) y la Oficina Japonesa de Patentes (JPO).

*Fuente:* Instituto de Estadística de la UNESCO, a partir de la base de datos en línea de la OCDE (OCDE.Stat), agosto de 2015.

Gráfico 1.7: Distribución porcentual del PIB, el GBID, los investigadores y las publicaciones de los países del G20 en el mundo, 2009 y 2013 (%)



**Nota:** En el caso de las publicaciones, la suma de los porcentajes individuales de los miembros del G20 es superior al porcentaje del G20 como grupo, ya que las publicaciones con coautores de más de un miembro del G20 se incluyen en cada uno de los países en cuestión, pero sólo se contabilizan una vez en el total del G20.

**Fuente:** para el GBID (dólares estadounidenses en PPA) y el número de investigadores: estimaciones del Instituto de Estadística de la UNESCO, julio de 2015; para el PIB (dólares estadounidenses en PPA): Indicadores de desarrollo mundial del Banco Mundial, abril de 2015; para las publicaciones: Web of Science de Thomson Reuters; tratamiento de datos por Science-Metrix

exclusivamente en el uso de la ciencia para promover el comercio, a menudo en detrimento de proyectos científicos fundamentales para el “bien común”, a lo que cabe añadir la reducción del tamaño de los organismos y departamentos científicos públicos.

Un reciente estudio del Gobierno ha identificado una posible desvinculación entre, por una parte, los puntos fuertes del Canadá en materia de ciencia y tecnología, y por otra, la I+D industrial y la competitividad económica. Aunque, en términos generales, la I+D industrial sigue siendo débil, cuatro industrias destacan por su fortaleza: la fabricación de productos y piezas aeroespaciales; las tecnologías digitales de información y comunicación (TIC); la extracción de petróleo y gas; y la industria farmacéutica.

Entre 2010 y 2013, la relación GBID/PIB del Canadá cayó hasta su nivel más bajo en toda una década (1,63%). De forma paralela, la porción de financiación empresarial de la I+D se contrajo del 51,2% (2006) al 46,4%. El gasto en I+D sufrió desgaste en las industrias farmacéutica, química y de los metales primarios y procesados. En consecuencia, el personal contratado en I+D industrial disminuyó en un 23,5% entre 2008 y 2012.

Entre las novedades más significativas desde 2010 se encuentran un interés renovado en la investigación y conocimiento de las regiones polares, el mayor apoyo a las universidades, el aumento de las aplicaciones de la genómica a través de Genome Canada, un Plan de acción de capital riesgo (2013), la colaboración canadiense con el programa Eureka de la Unión Europea, y una *Estrategia de educación internacional* destinada a atraer a más estudiantes extranjeros al territorio canadiense y maximizar las oportunidades de establecer asociaciones a nivel mundial.

Los **Estados Unidos de América** (capítulo 5) han visto aumentar su PIB desde 2010. Sin embargo, la recuperación tras la recesión de 2008-2009 sigue siendo frágil. A pesar del descenso de los niveles de desempleo, los salarios se han estancado. Existen indicios de que el plan de reactivación económica de 2009, conocido formalmente como la Ley de Recuperación y Reinversión Estadounidenses, podría haber amortiguado la pérdida inmediata de puestos de trabajo en el ámbito de la ciencia y la tecnología, ya que una parte importante de este plan de reactivación se dedicó a I+D.

Desde 2010, la inversión federal en I+D se ha estancado como consecuencia de la recesión. A pesar de ello, la industria ha mantenido en gran medida su compromiso con la I+D, sobre todo en sectores en crecimiento y con muchas oportunidades. Como resultado, el gasto total en I+D tan sólo ha sufrido una ligera caída, y desde 2010 el saldo de gasto se ha desplazado aún más hacia fuentes industriales. El GBID

aumenta actualmente y la inversión del sector empresarial en innovación parece acelerarse.

En los últimos cinco años, los presupuestos de I+D de la mayoría de los 11 organismos públicos que gestionan el grueso de la I+D financiada a nivel federal se han congelado. El Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América incluso ha sufrido un acusado recorte presupuestario, que responde a la aminoración de la intervención en el Afganistán y el Iraq y a la menor necesidad de las tecnologías relacionadas. La caída en la I+D no relacionada con la defensa parece deberse tanto a la reducción de los presupuestos federales para investigaciones específicas como al bloqueo presupuestario instigado por el Congreso en 2013, que votó recortes automáticos en el presupuesto federal por un importe de 1 billón de dólares estadounidenses para reducir el déficit.

Esta tendencia está afectando sobre todo a la investigación básica y a proyectos científicos de interés público en ámbitos como las ciencias biológicas, la energía y el clima, que por otra parte constituyen prioridades para el poder ejecutivo. Para hacer frente a los “grandes desafíos” anunciados por el Presidente en 2013 en ámbitos prioritarios, el ejecutivo está fomentando convenios de colaboración tripartitos entre la industria, las organizaciones sin ánimo de lucro y el sector público. Algunos hitos alcanzados con este modelo basado en la colaboración son la Iniciativa BRAIN, la Advanced Manufacturing Partnership (alianza para el desarrollo de sectores industriales avanzados) y la *American Business Act on Climate Pledge* (compromiso de las empresas estadounidenses con el clima), en cuyo marco los socios industriales comprometieron 140 000 millones de dólares estadounidenses en 2015.

Aunque la I+D empresarial ha prosperado, las restricciones presupuestarias han derivado en fuertes recortes en los presupuestos universitarios para investigación. Las universidades han reaccionado buscando nuevas fuentes de financiación en la industria y haciendo un uso intensivo de contratos temporales y personal adjunto. Esta situación está desmoralizando tanto a los científicos jóvenes como a los más experimentados, y haciendo que algunos de ellos cambien de carrera profesional o emigren. De forma paralela, la tasa de retorno de estudiantes extranjeros radicados en los Estados Unidos de América aumenta a medida que mejoran los niveles de desarrollo de sus países de origen.

Los **países del Mercado Común del Caribe (CARICOM)** (capítulo 6) se han visto afectados por la desaceleración económica posterior a 2008 en los países desarrollados, de los que tienen una fuerte dependencia comercial. Una vez cumplidas sus obligaciones de deuda, el Estado dispone de escasos recursos que dedicar al desarrollo socioeconómico.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Además, muchos de estos países dependen en gran medida de los ingresos derivados del turismo y de la transferencia de fondos desde el exterior, que están sujetos a una gran volatilidad.

La región es vulnerable a desastres naturales. Debido al carácter vetusto y costoso de las infraestructuras energéticas basadas en los combustibles fósiles, así como a la fuerte vulnerabilidad de estos países al cambio climático, las energías renovables constituyen un campo de investigación de evidente interés de cara al futuro. El Plan del Centro de Cambio Climático de la Comunidad del Caribe (2011-2021) para la reducción de los efectos del cambio climático y el desarrollo resiliente supone un importante paso en esta dirección.

La sanidad constituye otra prioridad principal, y la región puede presumir de contar con varios centros de excelencia en este ámbito. Uno de ellos, la Universidad de St Georges, produce el 94% de las publicaciones de referencia de toda Granada. Gracias al impresionante aumento de la producción científica de esta universidad en los últimos años, actualmente Granada sólo está por detrás de Jamaica, de mayores dimensiones, y de Trinidad y Tobago, en cuanto al volumen de publicaciones catalogadas a nivel internacional.

Uno de los retos más importantes de la región será desarrollar una cultura de investigación más dinámica. Incluso Trinidad y Tobago, más próspera en comparación, gasta solamente un 0,05% del PIB (2012) en I+D. En la mayoría de los países, la mala calidad de los datos obstaculiza la elaboración de políticas de CTI basadas en datos empíricos. Los focos de excelencia investigadora existentes en universidades y empresas deben más al dinamismo de personas concretas que a un marco normativo específico.

*El Plan estratégico para la Comunidad del Caribe (2015-2019)* es inédito en la región. Este documento de planificación aboga por fomentar la innovación y la creatividad, el espíritu empresarial, la alfabetización digital y la inclusión. Los países del CARICOM tienen mucho que ganar con un planteamiento de CTI auténticamente regional, reduciendo las duplicaciones innecesarias y promoviendo las sinergias en la investigación. Ya existen algunos cimientos sobre los que construir, como por ejemplo la Universidad de las Indias Occidentales, de ámbito regional, y la Fundación Caribeña de Ciencia.

El desarrollo socioeconómico en **América Latina (Capítulo 7)** se ha ralentizado tras una década boyante, sobre todo para los exportadores de productos básicos de la región, aunque la producción y las exportaciones de alta tecnología siguen siendo marginales en la mayor parte de los países latinoamericanos.

No obstante, las políticas gubernamentales están poniendo cada vez más la mira en la investigación y la innovación. En la actualidad, varios países tienen implantados instrumentos de política de CTI de carácter sofisticado. Además, la región está liderando iniciativas para comprender y promover el rol de los sistemas de conocimiento indígenas para el desarrollo.

Sin embargo, aparte del Brasil (capítulo 8), ningún país latinoamericano posee una intensidad de I+D comparable a la de las economías de mercado emergentes dinámicas. Para reducir esta brecha, los países deben empezar por aumentar el número de investigadores. Por tanto, resulta esperanzador que la inversión en enseñanza superior vaya en aumento, como también ocurre con la producción científica y la colaboración científica internacional.

El modesto nivel de patentes registradas en América Latina pone de manifiesto una falta de vocación por la competitividad basada en la tecnología. No obstante, puede apreciarse una tendencia hacia un mayor registro de patentes en sectores relacionados con los recursos naturales como la minería y la agricultura, en gran medida a través de instituciones públicas de investigación.

A fin de posibilitar un aprovechamiento más eficaz de la CTI para el desarrollo, algunos países latinoamericanos han adoptado medidas destinadas a respaldar sectores estratégicos como la agricultura, la energía y las TIC, incluida una concentración estratégica en biotecnologías y nanotecnologías. Algunos ejemplos son la Argentina, el Brasil, Chile, México y el Uruguay. Otros países están tratando de captar financiación para ciencia e investigación con el objetivo de expandir la innovación endógena, como por ejemplo Panamá, el Paraguay y el Perú, o promoviendo estrategias de mayor amplitud para fomentar la competitividad, como por ejemplo en la República Dominicana, El Salvador.

Las tecnologías que promueven el desarrollo sostenible constituyen una prioridad emergente en toda América Latina, sobre todo en el ámbito de las energías renovables, aunque la región deberá hacer mucho más si quiere cerrar la brecha que existe con los mercados emergentes dinámicos en el ámbito de las industrias tecnológicas. Un primer paso en esta dirección será infundir una mayor estabilidad en la elaboración de políticas de CTI a largo plazo y evitar la proliferación de estrategias e iniciativas.

**El Brasil (capítulo 8)** se enfrenta a una desaceleración económica desde 2011 que ha afectado a su capacidad de seguir impulsando un crecimiento socialmente inclusivo. La desaceleración fue provocada por la debilitación de los mercados internacionales de productos básicos, unida a los efectos negativos de políticas económicas encaminadas a

**Cuadro 1.6: Usuarios de Internet por 100 habitantes  
2008 y 2013**

	2008	2014
<b>Mundo</b>	<b>23,13</b>	<b>37,97</b>
Economías de ingresos altos	64,22	78,20
Economías de ingresos medianos altos	23,27	44,80
Economías de ingresos medianos bajos	7,84	21,20
Economías de bajos ingresos	2,39	7,13
<b>América</b>	<b>44,15</b>	<b>60,45</b>
América del Norte	74,26	84,36
América Latina	27,09	47,59
Caribe	16,14	30,65
<b>Europa</b>	<b>50,82</b>	<b>67,95</b>
Unión Europea	64,19	75,50
Europa Sudoriental	34,55	57,42
Asociación Europea de Libre Comercio	83,71	90,08
Resto de Europa	25,90	53,67
<b>África</b>	<b>8,18</b>	<b>20,78</b>
África Subsahariana	5,88	16,71
Estados árabes de África	17,33	37,65
<b>Asia</b>	<b>15,99</b>	<b>31,18</b>
Asia Central	9,53	35,04
Estados árabes de Asia	19,38	38,59
Asia Occidental	14,37	37,84
Asia Meridional	4,42	13,74
Asia Sudoriental	24,63	43,58
<b>Oceanía</b>	<b>54,50</b>	<b>64,38</b>
<b>Otros grupos</b>		
Países menos adelantados	2,51	7,00
Estados árabes (todos)	18,14	38,03
OCDE	63,91	75,39
G20	28,82	44,75
<b>Países seleccionados</b>		
Argentina	28,11	59,90
Brasil	33,83	51,60
Canadá	76,70	85,80
China	22,60	45,80
Egipto	18,01	49,56
Francia	70,68	81,92
Alemania	78,00	83,96
India	4,38	15,10
Irán	10,24	31,40
Israel	59,39	70,80
Japón	75,40	86,25
Malasia	55,80	66,97
México	21,71	43,46
República de Corea	81,00	84,77
Federación de Rusia	26,83	61,40
Sudáfrica	8,43	48,90
Turquía	34,37	46,25
Reino Unido	78,39	89,84
Estados Unidos de América	74,00	84,20

Fuente: para los datos sobre usuarios de Internet: Sindicato Internacional de Telecomunicaciones/base de datos sobre indicadores de TIC, junio de 2015, y estimaciones del Instituto de Estadística de la UNESCO; para los datos de población: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, División de Población (2013), *Perspectivas de la población mundial Revisión de 2012*

impulsar el consumo. En agosto de 2015, el Brasil entró en recesión por primera vez en seis años.

La productividad de la mano de obra se estancó a pesar de aplicarse una serie de políticas para reanimarla. Dado que los niveles de productividad constituyen un indicador de la tasa de absorción y generación de innovación, esta tendencia hace pensar que el Brasil no ha conseguido aprovechar la innovación para su crecimiento económico. La experiencia brasileña es similar a la de la Federación de Rusia y Sudáfrica, donde la productividad de la mano de obra se ha estancado desde 1980, al contrario que en China e India.

Aunque la intensidad de I+D del Brasil en sectores tanto públicos como empresariales se ha incrementado, la relación GBID/PIB no consiguió alcanzar el objetivo establecido por el Gobierno del 1,50% en 2010 (fue del 1,15% en 2012), y es muy poco probable que las empresas vayan a aportar el 0,90% deseado del PIB para 2014 (0,52% en 2012). En realidad, las empresas tanto públicas como privadas vienen declarando caídas en la actividad de innovación desde 2008. Entre los objetivos establecidos por el plan cuatrienal *Brasil Maior* (Brasil más grande), sólo se han registrado avances tangibles en el relativo a la ampliación del acceso a Internet de banda ancha fija. De hecho, la proporción del Brasil en las exportaciones mundiales ha disminuido (véase también cuadro 1.6).

Los esfuerzos del Gobierno por superar la rigidez del sistema de investigación público creando una nueva categoría de órganos de investigación autónomos ("organizaciones sociales") que allane el camino para que las instituciones de investigación apliquen métodos de gestión modernos y desarrollen vínculos más estrechos con la industria han generado algunos éxitos en disciplinas como las matemáticas aplicadas o el desarrollo sostenible. Sin embargo, la excelencia investigadora sigue concentrada en un puñado de instituciones ubicadas principalmente en el sur.

Aunque el volumen de publicaciones brasileñas ha aumentado en los últimos años, el registro de patentes por parte de brasileños en mercados internacionales clave sigue siendo reducido. La transferencia de tecnología desde instituciones públicas de investigación al sector privado sigue constituyendo uno de los principales factores de innovación en disciplinas que van de la medicina a la cerámica, pasando por la agricultura y la perforación para la extracción de petróleo en alta mar. Desde 2008 se han establecido dos laboratorios internacionales para fomentar el desarrollo de las nanotecnologías. Actualmente, las universidades tienen la capacidad de desarrollar materiales a nanoescala para la administración de medicamentos, pero dado que las compañías farmacéuticas del país no poseen capacidades de I+D internas, las universidades deben colaborar con ellas para introducir en el mercado nuevos productos y procesos.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

La **Unión Europea** (capítulo 9) se encuentra sumida desde 2008 en una prolongada crisis de la deuda. Los índices de desempleo se han disparado, especialmente entre los jóvenes. Mientras se esfuerza por apuntalar sus estructuras de gobernanza macroeconómica, el proyecto más avanzado del mundo de unión económica y política entre estados soberanos sigue buscando una estrategia de crecimiento que funcione.

*Europa 2020*, la estrategia a diez años adoptada en 2010 para un crecimiento inteligente, sostenible e inclusivo, se esfuerza por reposicionar a la Unión Europea para alcanzar los objetivos no cumplidos de la Estrategia de Lisboa, de fecha anterior, aumentando la inversión en I+D (1,92% del PIB en 2013), completando el mercado interior (sobre todo en el sector servicios) y promoviendo el uso de las TIC. Desde 2010 se han lanzado otros programas adicionales, como por ejemplo el ambicioso *Unión por la innovación*. En julio de 2015, la Comisión presidida por Jean-Claude Juncker añadió al arsenal de políticas para el crecimiento de la Unión Europea el Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas, un pequeño presupuesto público (21 000 millones de euros) que se utilizará para generar inversión privada por un importe 14 veces superior (294 000 millones de euros).

Europa sigue constituyendo un centro de excelencia y cooperación internacional en investigación básica. El primer órgano de financiación paneuropeo de investigación de frontera se estableció en 2008: el Consejo Europeo de Investigación (ERC). Entre 2008 y 2013, un tercio de todos los beneficiarios del ERC fueron coautores de artículos que figuran entre el 1% de publicaciones más citadas en todo el mundo. Se prevé que el programa Horizonte 2020 de investigación e innovación, que cuenta, de lejos, con el presupuesto mejor dotado hasta la fecha de todos los programas marco de la Unión Europea (casi 80 000 millones de euros), impulse aún más la producción científica en la Unión Europea.

Aunque la intensidad de I+D de los diez países que se incorporaron a la Unión Europea en 2004 sigue siendo inferior a la de los miembros más antiguos, la brecha se está reduciendo. No puede decirse lo mismo de Bulgaria, Croacia y Rumania, que contribuyeron menos al GBID de la Unión Europea en 2013 que en 2007.

Varios estados miembros están fomentando industrias con uso intensivo de tecnología, entre ellos Francia y Alemania, o buscando vías para ampliar el acceso de las PYME a la financiación. El hecho de que el rendimiento de la innovación se haya debilitado en 13 países de los 28 resulta preocupante. Este hecho se explica por la menor proporción de empresas innovadoras, la disminución de las asociaciones entre los sectores público y privado en el ámbito científico, y la disponibilidad más limitada de capital riesgo.

Las economías de **Europa Sudoriental** (capítulo 10) se encuentran en diferentes fases de integración en la Unión Europea, que sigue siendo un objetivo común a todas ellas no obstante las diferencias existentes: mientras que Eslovenia es parte de la Eurozona desde 2007, el Acuerdo de estabilización y asociación de Bosnia y Herzegovina con la Unión Europea tan sólo entró en vigor en junio de 2015. En julio de 2014, todos los países de la región no integrados en la Unión Europea anunciaron su decisión de adherirse al programa europeo Horizonte 2020.

Eslovenia a menudo se ve como un líder en la región. Su relación GBID/PIB aumentó del 1,63 al 2,59 entre 2008 y 2013, aunque en el marco de un PIB en contracción. Eslovenia también es el único país en Europa Sudoriental en el que las empresas financian y ejecutan la mayor parte de la I+D. Aunque la I+D empresarial se ha estancado en la mayoría de los demás países, la intensidad de I+D ha aumentado en Bosnia y Herzegovina, la ex República Yugoslava de Macedonia y Serbia; a fecha de 2012, se situaba cerca del 1% en Serbia (0,91), que también había mejorado su posición en las encuestas sobre innovación. No obstante, incluso los países más industrializados, Croacia y Serbia, adolecen de la existencia de vínculos débiles entre universidad e industria. El fuerte crecimiento de los doctorados ha posibilitado un aumento de la densidad de investigadores en la mayor parte de los países.

En 2013, los gobiernos adoptaron la *Estrategia 2020 para Europa Sudoriental*, que se hace eco de la estrategia europea del mismo nombre, y en la que se comprometen a aumentar su intensidad de I+D y aumentar la cantidad de mano de obra altamente cualificada. Esta estrategia se complementa con la *Estrategia Regional de Investigación y Desarrollo para la Innovación de los Balcanes Occidentales* (2013), que promueve la transferencia de tecnología desde organizaciones de investigación públicas al sector privado y una mayor colaboración con la industria; propugna una especialización inteligente en áreas de alto potencial, como por ejemplo la innovación y la energía "verdes", e incluye un componente promovido por el Instituto de Estadística de la UNESCO para ajustar las estadísticas de la región a la normativa europea en 2018.

La **Asociación Europea de Libre Comercio** (Capítulo 11) engloba cuatro países ricos que están sólidamente integrados con la Unión Europea sin pertenecer estrictamente a ella. El acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo suscrito hace dos décadas otorga a Islandia, Liechtenstein y Noruega el estatuto de asociados de pleno derecho en los programas de investigación de la Unión Europea. La implicación de Suiza en estos últimos, a pesar de haber sido tradicionalmente intensa, se ha limitado en los últimos tiempos a acuerdos de carácter temporal que

restringen su participación en programas clave como Ciencia Excelente, a la espera de que se resuelva una controversia con la Unión Europea en cuanto a las repercusiones del referéndum suizo de febrero de 2014 para la libre circulación de investigadores de la Unión Europea en Suiza.

Suiza se encuentra entre los tres primeros países de la OCDE en cuanto a innovación. Posee un sector privado con una intensa actividad de investigación, aunque la proporción de empresas suizas que invierten en innovación ha caído recientemente. Suiza debe su éxito, en parte, a la capacidad de atraer talento internacional a la industria privada y el sector universitario.

La relación GBID/PIB de Noruega, del 1,7 (2013), sigue situándose por debajo de la media de la Unión Europea de los 28 y del nivel de Islandia (1,9 en 2013) y Suiza (3,0 en 2012). El porcentaje noruego de población adulta con diplomas de enseñanza superior y/o contratada en el sector CTI es uno de los mayores de Europa. Al contrario que Suiza, Noruega tiene dificultades para atraer talento internacional y transformar los conocimientos científicos en productos innovadores; además, posee una proporción reducida de empresas de alta tecnología con actividades de I+D. Estas tendencias pueden responder a la existencia de pocos incentivos para competir en un estado de bienestar con grandes recursos petrolíferos.

Islandia se vio gravemente afectada por la crisis financiera internacional de 2008. Su intensidad de I+D bajó del 2,6 al 1,9 entre 2007 y 2013. A pesar de enfrentarse a una fuga de cerebros, Islandia cuenta con un excelente historial de publicaciones, que debe fundamentalmente a una joven generación de científicos sumamente móvil. La mayoría pasa como mínimo una parte de su carrera profesional en el extranjero, y la mitad de los doctorados se otorgan en los Estados Unidos de América.

A pesar del pequeño territorio que representa Liechtenstein, algunas de sus empresas de actuación internacional en los ámbitos de la maquinaria, la construcción y la tecnología médica llevan a cabo actividades de I+D de alto nivel.

Rara vez considerados una región, los países de la **cuenca del Mar Negro (capítulo 12)** son economías de ingresos medianos que se enfrentan a retos similares en lo que respecta a la ciencia, la tecnología y la innovación. A pesar de haber seguido trayectorias divergentes, la mayoría de los países del Mar Negro parecen estar convergiendo en términos de nivel educativo, y los más grandes (tal como Turquía y Ucrania) también en términos de nivel de industrialización. La mayoría de los países sienten la atracción gravitacional de la Unión Europea en el ámbito de la colaboración científica internacional.

En sus documentos estratégicos, los siete países del Mar Negro reconocen la importancia de la innovación basada en la ciencia para el crecimiento de la productividad a largo plazo, incluido Azerbaiyán, donde la intensidad de I+D tuvo dificultades para seguir el ritmo del crecimiento impulsado por la industria del petróleo en la década de 2000. En Belarrús y Ucrania, estados postsoviéticos históricamente más industrializados, el GBID no es tan elevado como en la efervescente década de 1980, sino que se mantiene al nivel de economías de ingresos medianos menos ambiciosas (0,7–0,8% del PIB).

En los demás estados postsoviéticos con una población menos numerosa (Armenia, Georgia y República de Moldova), la inestabilidad posterior a la transición y la irresponsabilidad en términos de políticas a largo plazo y financiación han dejado obsoleta gran parte de la infraestructura de investigación de la época soviética, además de cortar los lazos modernos entre industria y ciencia. No obstante, estos países disponen de activos que pueden ser explotados. Armenia, por ejemplo, puede presumir de poseer excelencia científica en el ámbito de las TIC.

Los seis estados postsoviéticos tienen importantes lagunas en lo que respecta a la disponibilidad o comparabilidad de datos sobre I+D y personal, lo que se debe en parte a que este aspecto de su transición a una economía avanzada aún no se ha completado.

Turquía, que parte de un nivel más bajo, ha sobrepasado a los otros países del Mar Negro en muchos indicadores cuantitativos de insumos de CTI. La transformación socioeconómica que ha experimentado en la última década, también impresionante, parece haber sido impulsada en su mayor parte por la producción de tecnología media. No obstante, Turquía podría aprender de la otra orilla del Mar Negro la importancia de concentrarse desde el principio en unos niveles educativos sólidos para generar la excelencia tecnológica. A su vez, sus vecinos podrían aprender de Turquía que una mano de obra altamente formada y la I+D por sí sola no pueden generar innovación: se necesita, además, un entorno económico propicio para los negocios a la vez que mercados disputados.

El crecimiento económico se ha ralentizado en la **Federación de Rusia (capítulo 13)** desde la crisis financiera internacional (2008), y el país se encuentra en recesión desde el tercer trimestre de 2014, tras la fuerte caída de los precios del petróleo a nivel mundial y la imposición de sanciones por la Unión Europea y los Estados Unidos de América en respuesta a los acontecimientos de Ucrania.

Las reformas adoptadas desde 2012 como parte de una estrategia de crecimiento impulsado por la innovación no

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

han conseguido dejar atrás las debilidades estructurales que impiden el crecimiento en la Federación de Rusia, entre las que se encuentran la limitada competencia en el mercado y las persistentes barreras al desarrollo del espíritu empresarial. Entre dichas reformas se incluye un intento de atraer a investigadores hacia “desiertos de investigación” aumentando los salarios y proporcionando incentivos para que las empresas estatales innoven. Las dotaciones presupuestarias del Gobierno para I+D en 2013 pusieron de manifiesto una mayor orientación hacia las necesidades de la industria en comparación con un quinquenio antes, en detrimento de la investigación básica, que bajó del 26% al 17% del total.

A pesar de los esfuerzos del Gobierno, la contribución financiera de la industria al GBID en Rusia cayó del 33% al 28% entre 2000 y 2013, aunque la industria ejecuta un 60% del GBID. En términos generales, se dedica una proporción reducida de la inversión industrial a la adquisición de nuevas tecnologías, y la creación de nuevas empresas de base tecnológica sigue siendo poco frecuente. La modesta inversión realizada hasta la fecha en tecnologías sostenibles puede explicarse en gran medida por el tibio interés del sector empresarial por el crecimiento ecológico. Tan sólo una de cada cuatro (26%) empresas innovadoras está produciendo invenciones en el ámbito medioambiental. El Gobierno tiene grandes esperanzas de que el Centro de Innovación de Skólkovo, un complejo de empresas de alta tecnología en proceso de construcción en las cercanías de Moscú, atraiga a empresas innovadoras y contribuya al desarrollo de nuevas empresas en cinco ámbitos prioritarios: eficiencia energética y ahorro de energía; tecnologías nucleares; tecnologías espaciales; biomedicina; y tecnologías y software informáticos estratégicos. Una ley promulgada en 2010 proporciona a los residentes generosas ventajas fiscales durante un periodo de 10 años, además de prever el establecimiento del Fondo Skólkovo, destinado a respaldar el desarrollo de una universidad in situ. Uno de los asociados más importantes del centro es el Instituto de Tecnología de Massachusetts (Estados Unidos de América).

La reducida actividad de registro de patentes por parte de las empresas pone de manifiesto hasta qué punto son débiles las sinergias entre, por una parte, los relativamente decididos esfuerzos gubernamentales para promover investigaciones pertinentes desde el punto de vista económico, y por otra, un sector empresarial que no está centrado en la innovación. Por ejemplo, desde que el Gobierno convirtió la nanotecnología en un ámbito de crecimiento prioritario en 2007, han crecido la producción y las exportaciones, pero el registro de patentes asociadas a las investigaciones relacionadas se ha mantenido en niveles muy bajos.

Aunque la producción científica ha experimentado un modesto crecimiento, su impacto sigue siendo relativamente

reducido. Una reciente iniciativa gubernamental ha revolucionado la investigación universitaria estableciendo un Organismo Federal para las Organizaciones de Investigación encargado de financiar y gestionar la propiedad de los institutos de investigación de la Academia de Ciencias de Rusia. En 2013, el Gobierno creó la Fundación Rusa para las Ciencias con el fin de ampliar el espectro de mecanismos de financiación competitivos para actividades de investigación.

Los países de **Asia Central** (capítulo 14) están pasando gradualmente de una economía controlada por el estado a una economía de mercado. Aunque tanto las exportaciones como las importaciones crecieron de forma extraordinaria con el auge de los productos básicos de la última década, estos países siguen siendo vulnerables a las sacudidas económicas debido a su dependencia de las exportaciones de materias primas, a un círculo limitado de socios comerciales y a una capacidad de producción insignificante.

Todos los países salvo Uzbekistán redujeron a la mitad su número de instituciones nacionales de investigación entre 2009 y 2013. Estos centros, establecidos durante el periodo soviético, han quedado obsoletos con el desarrollo de las nuevas tecnologías y la evolución de las prioridades nacionales. Como parte de un esfuerzo por modernizar las infraestructuras, tanto Kazajstán como Turkmenistán están construyendo parques tecnológicos y agrupando las instituciones existentes para crear polos de investigación. Impulsadas por el fuerte crecimiento económico en todos los países salvo Kirguistán, las estrategias nacionales de desarrollo fomentan nuevas industrias de alta tecnología, mancomunando recursos y orientando la economía hacia los mercados de exportación.

En los últimos años se han creado tres universidades en Asia Central para fomentar la competencia en ámbitos económicos estratégicos: la Universidad Nazarbayev en Kazajstán, la Universidad Inha en Uzbekistán, especializada en las TIC, y la Universidad Internacional del Petróleo y el Gas en Turkmenistán. Los países no sólo están decididos a aumentar la eficiencia de los sectores extractivos tradicionales, sino que también desean ampliar el uso de las TIC y de otras tecnologías modernas para desarrollar el sector empresarial, la educación y la investigación.

Este objetivo se ve obstaculizado por la baja inversión crónica en I+D. En la pasada década, la relación GBID/PIB de la región rondaba el 0,2–0,3%. Uzbekistán rompió esta tendencia en 2013 al aumentar su intensidad de I+D hasta el 0,41%. Kazajstán es el único país en que el sector empresarial y el sector de las organizaciones privadas sin fines de lucro realizan una contribución significativa a la I+D, aunque la intensidad de I+D global de Kazajstán se encuentra en niveles muy reducidos: sólo el 0,17 en 2013.

No obstante, el gasto en servicios científicos y tecnológicos ha aumentado fuertemente en este país, lo que sugiere que se ha incrementado la demanda de productos de I+D. Esta tendencia revela asimismo la preferencia de las empresas por adquirir soluciones tecnológicas integradas en maquinaria y equipos importados. El Gobierno ha adoptado una estrategia para modernizar las empresas a través de la transferencia de tecnología y el desarrollo del espíritu empresarial, centrada en el desarrollo de la financiación de proyectos, incluso a través de empresas conjuntas.

Entre 2005 y 2014, el porcentaje de artículos científicos de Kazajstán en la región aumentó del 35% al 56%. Aunque las dos terceras partes de los artículos de la región incluyen un coautor extranjero, los principales asociados proceden generalmente de fuera de Asia Central.

En la **República Islámica del Irán (capítulo 15)**, las sanciones internacionales han ralentizado el crecimiento industrial y económico, han limitado la inversión extranjera y las exportaciones de petróleo y gas, y han provocado la devaluación de la moneda nacional y la hiperinflación. Además, las sanciones parecen haber acelerado el proceso de transición de una economía basada en los recursos a una economía del conocimiento, al obligar a los responsables de la elaboración de políticas a mirar más allá de las industrias extractivas e interesarse por el capital humano del país, incluido un amplio sector de jóvenes graduados universitarios, para generar riqueza. Entre 2006 y 2011, el número de empresas que declaran actividades de I+D se ha más que duplicado. Sin embargo, aunque en 2008 un tercio del GBID vino del sector empresarial, esta contribución (0,08% del PIB) sigue siendo demasiado baja para impulsar de forma eficaz la innovación. El GBID ascendió a sólo el 0,31% del PIB en 2010. La atenuación de las sanciones posterior a la celebración del pacto nuclear en julio de 2015 podría ayudar al Gobierno a alcanzar su objetivo de aumentar el GBID hasta el 3% del PIB.

A medida que la presión de las sanciones económicas aumentaba, el Gobierno ha tratado de estimular la innovación endógena. El Fondo para la Innovación y la Prosperidad se estableció por ley en 2010 con el fin de respaldar la inversión en I+D por parte de empresas basadas en el conocimiento y la comercialización de los resultados de investigación, así como para ayudar a las PYME a adquirir tecnología. Entre 2012 y fines de 2014, tenía previsto adjudicar 4,6 billones de riales iraníes (aproximadamente 171,4 millones de dólares estadounidenses) a 100 compañías basadas en el conocimiento.

Aunque las sanciones han provocado un movimiento de los socios comerciales del Irán de occidente a oriente, la colaboración científica se ha mantenido en gran medida orientada hacia occidente. Entre 2008 y 2014, los principales

asociados extranjeros en coautoría científica fueron los Estados Unidos de América, Canadá, el Reino Unido, Alemania y Malasia. Los vínculos con Malasia van en aumento: actualmente, uno de cada siete estudiantes extranjeros en Malasia es de origen iraní (véase el capítulo 26).

En la última década se han establecido varios centros de investigación y 143 empresas en el ámbito de la nanotecnología. En 2014 el Irán se había convertido en el séptimo país a nivel mundial en volumen de artículos relacionados con la nanotecnología, aunque hasta ahora se están otorgando pocas patentes a los inventores.

**Israel (capítulo 16)** posee el sector empresarial con mayor intensidad de I+D de todo el mundo, además de ser la economía con mayor densidad de capital riesgo a nivel mundial. El país ha conseguido diferenciarse cualitativamente en toda una variedad de tecnologías en el ámbito de la electrónica, la aviónica y los sistemas relacionados, que se han visto beneficiadas por el impulso inicial de diversas escisiones de la industria de defensa. El desarrollo de estos sistemas ha proporcionado a las industrias de alta tecnología israelíes una ventaja cualitativa de la que se han beneficiado empresas civiles escindidas en los sectores del software, las comunicaciones e Internet. En 2012, el sector de alta tecnología representaba el 46% de las exportaciones de Israel, una cifra extraordinaria.

Este éxito, combinado con un acusado sentido de la vulnerabilidad en un país en gran medida aislado de sus vecinos más próximos, ha generado introspección. Por ejemplo, existe un debate en torno a la manera en que Israel debería promover su ventaja tecnológica en las disciplinas que en gran medida no están impulsadas por la defensa pero que se considera constituirán los motores de crecimiento del mañana, por ejemplo la biotecnología y la farmacéutica, la nanotecnología y las ciencias de los materiales. Dado que la excelencia en estos ámbitos suele estar arraigada en los laboratorios de investigación básica de las universidades, el sistema descentralizado israelí de investigación universitaria deberá gestionar la transición necesaria hacia estas áreas de crecimiento. Ahora bien, ¿posee las herramientas necesarias para ello? En ausencia de una política nacional para las universidades, no está claro cómo se las arreglarán estas para suministrar el conocimiento, las competencias y los recursos humanos que necesitan estas nuevas industrias basadas en la ciencia.

En algunas disciplinas se constata un envejecimiento evidente de los científicos e ingenieros, por ejemplo en física e ingeniería práctica. La carencia de personal profesional se convertirá en un gran problema para el sistema nacional de innovación a medida que la creciente demanda de ingenieros y profesionales técnicos vaya superando a la

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

oferta. El *Sexto Plan de Educación Superior* (2011-2015) prevé la contratación de 1 600 profesores universitarios titulares, la mitad de los cuales, aproximadamente, ocupará cargos de nueva creación (lo que supone un incremento neto de más del 15%). También prevé una inversión de 300 millones de nuevos séqueles israelíes (aprox. 76 millones de dólares estadounidenses) durante un periodo de seis años para mejorar y renovar las infraestructuras académicas y las instalaciones de investigación. En opinión de algunos observadores, el plan presta una atención insuficiente a la financiación de la investigación universitaria, que en el pasado se ha basado en gran medida en las contribuciones filantrópicas de judíos residentes en el extranjero.

El problema de fondo que representa para Israel su estructura económica dual sigue siendo el mismo: por un lado, un pequeño sector de alta tecnología que sirve de locomotora de la economía, y por otro, sectores industriales y de servicios mucho más grandes pero menos eficientes y con niveles de productividad más reducidos. Esta estructura económica dual ha tenido como consecuencia una mano de obra bien remunerada que reside en el "centro" del país y una mano de obra mal remunerada que reside principalmente en la periferia. Los responsables israelíes de la adopción de decisiones deben reflexionar sobre cómo abordar estos problemas sistémicos en ausencia de una organización paraguas que se encargue de las políticas de CTI, sin sacrificar la flexibilidad de los sistemas descentralizados de educación e investigación, que tantos frutos ha dado al país hasta la fecha.

La mayor parte de los **Estados árabes** (capítulo 17) dedican más del 1% del PIB a la enseñanza superior, y muchos de ellos cuentan con elevadas tasas brutas de matriculación en educación superior en ambos sexos. En términos generales, sin embargo, no han conseguido generar oportunidades económicas a una escala suficiente para absorber la creciente cantera de jóvenes.

A excepción de los países exportadores de petróleo con excedente de capital, las economías árabes no han experimentado una expansión rápida y sostenida. Las reducidas tasas de participación económica (sobre todo entre las mujeres) y el elevado índice de desempleo (sobre todo entre los jóvenes) se han exacerbado en la mayoría de los países desde 2008. Los eventos ocurridos desde 2011 (la llamada Primavera árabe) fueron tanto una reacción a la frustración económica, como a una gestión deficiente. La agitación política de los últimos años y el aumento concomitante de grupos terroristas oportunistas han obligado a muchos gobiernos a desviar recursos adicionales para financiar el gasto militar.

La transición democrática en Túnez constituye uno de los éxitos de la Primavera Árabe. Ha traído consigo una mayor

libertad académica, que será muy provechosa para la investigación tunecina y debería facilitar a las universidades la tarea de establecer vínculos con la industria. Túnez ya posee varios parques tecnológicos.

La intensidad de I+D se ha mantenido en niveles reducidos en la mayor parte de los estados árabes, sobre todo en las economías de renta petrolera, en las que el elevado PIB dificulta un aumento de la intensidad. La relación GBID/PIB en Marruecos y Túnez (aproximadamente del 0,7%) se acerca al promedio de las economías de ingresos medianos altos. Además, esta relación ha aumentado en el país árabe con mayor población, Egipto: del 0,43% (2009) al 0,68% del PIB (2013); el gobierno ha optado por encaminar el país hacia una economía del conocimiento, con la perspectiva de generar fuentes de ingresos más diversificadas.

Los gobiernos dependientes tanto de las exportaciones de petróleo (los Estados del Golfo y Argelia) como de las importaciones de petróleo (Marruecos y Túnez) están fomentando también el desarrollo de economías del conocimiento. Una amplia variedad de iniciativas recientes aprovechan la CTI para el desarrollo socioeconómico, a menudo en el ámbito de la energía. Algunos ejemplos son la reactivación del proyecto de la Ciudad Zewail de la Ciencia y la Tecnología en Egipto y el establecimiento del Instituto de Ciencia y Tecnología Avanzadas de los Emiratos, que operará satélites de observación de la Tierra. Marruecos inauguró el parque eólico más grande de África en 2014 y está desarrollando el que podría convertirse en el parque solar más grande del continente. En 2015, la Arabia Saudita anunció un programa para desarrollar la energía solar.

Tanto Qatar como la Arabia Saudita han experimentado un crecimiento espectacular del volumen de publicaciones científicas en la última década. En la actualidad, la Arabia Saudita posee dos universidades entre las 500 mejores del mundo. Tiene previsto reducir su dependencia de trabajadores extranjeros desarrollando la educación técnica y profesional, incluso para las jóvenes.

El **África Occidental** (capítulo 18) ha experimentado un fuerte crecimiento económico en los últimos años, a pesar de la epidemia de ébola y de otras crisis. Sin embargo, este crecimiento oculta problemas estructurales: los miembros de la Comunidad Económica de los Estados del África Occidental (CEDEAO) siguen dependiendo de los ingresos provenientes de los productos básicos y, hasta la fecha, no han conseguido diversificar sus economías. El principal obstáculo es la escasez de personal calificado, incluidos los técnicos. Sólo tres países del África Occidental dedican más del 1% del PIB a la enseñanza superior (Ghana, Malí y Senegal), y el analfabetismo sigue siendo una traba importante para ampliar la formación profesional.

En el *Plan de Acción Consolidado en materia de Ciencia y Tecnología para África* (2005-2014) se expresó la necesidad de establecer redes regionales de centros de excelencia y aumentar la movilidad de los científicos en todo el continente. En 2012, la Unión Económica y Monetaria de África Occidental designó 14 centros de excelencia, un distintivo que les permitió obtener financiación para los próximos dos años. El Banco Mundial lanzó un proyecto similar en 2014, pero en forma de créditos.

La *Visión 2020* (2011) de la CEDEAO proporciona una hoja de ruta para mejorar la gobernanza, acelerar la integración económica y monetaria, y fomentar las alianzas entre los sectores público y privado. La *Política sobre Ciencia y Tecnología de la CEDEAO* (2011) forma parte integrante de *Visión 2020* y se adhiere a los objetivos del plan de acción continental en materia de CTI.

Hasta la fecha, el sector de la investigación ha tenido repercusiones limitadas en el África Occidental, debido a la ausencia de estrategias nacionales de investigación e innovación, a la baja inversión en I+D, a la reducida implicación del sector privado y a la escasa colaboración intrarregional entre investigadores del África Occidental. El Gobierno sigue siendo, con creces, la fuente más importante de GBID. La producción del África Occidental sigue siendo reducida, y solamente Gambia y Cabo Verde publican 50 o más artículos científicos por millón de habitantes.

En el **África Central y Oriental** (capítulo 19) se ha observado un aumento considerable del interés por la CTI desde 2009. La mayor parte de los países ha basado sus documentos de planificación a largo plazo (“visión”) en el aprovechamiento de la CTI para el desarrollo. Estos documentos de planificación tienden a reflejar la visión común del futuro que comparten con el África Occidental y Meridional: un país de ingresos medianos (o altos) próspero y caracterizado por la buena gestión, el crecimiento inclusivo y el desarrollo sostenible.

Cada vez más, los gobiernos buscan inversores en vez de donantes, y diseñan planes de apoyo a los negocios locales: un fondo desarrollado por Rwanda para fomentar una economía ecológica proporciona fondos competitivos a los solicitantes públicos y privados seleccionados; en Kenya, se está construyendo el Parque Industrial y Tecnológico de Nairobi en el marco de una empresa conjunta con una universidad pública. Las primeras incubadoras de empresas tecnológicas de Kenya han tenido un éxito sorprendente ayudando a nuevas empresas a ganar nuevas cuotas de mercado, en especial en el ámbito de la tecnología de la información. Actualmente, numerosos gobiernos están invirtiendo en este sector dinámico, incluidos los del Camerún, Rwanda y Uganda.

El gasto en I+D va en aumento en la mayoría de los países con polos de innovación. En la actualidad, Kenya cuenta con una de las intensidades de I+D más elevadas de África (0,79% del PIB en 2010), y le siguen Etiopía (0,61% en 2013), el Gabón (0,58% del PIB en 2009) y Uganda (0,48% en 2010). Aunque el Gobierno tiende a ser la principal fuente de gasto en I+D, las empresas contribuyen un 29% en el Gabón (2009) y un 14% en Uganda (2010). La inversión extranjera representa al menos un 40% de la I+D en Kenya, Uganda y Tanzania.

Los países del África Central y Oriental participaron en el *Plan de Acción Consolidado en materia de Ciencia y Tecnología para África* (2005–2014) y han acogido favorablemente a su sucesora, la *Estrategia de Ciencia, Tecnología e Innovación para África* (2024). Aunque la ejecución del Plan de Acción Consolidado sufrió las consecuencias del fracaso de la creación del Fondo Africano para la Ciencia y la Tecnología que le garantizaba una financiación sostenible, sí se establecieron varias redes de centros de excelencia en biociencias, incluido un polo de investigación para África Oriental en Kenya y dos redes complementarias, Bio-Innovate y la Red Africana de Expertos en Bioseguridad. Se han establecido cinco Institutos Africanos de Ciencias Matemáticas en el Camerún, Ghana, el Senegal, Sudáfrica y Tanzania. Desde 2011, el Observatorio Africano de Ciencia, Tecnología e Innovación (otro producto del Plan de acción consolidado) ha trabajado para mejorar la calidad de los datos en África.

La Comunidad del África Oriental (CAO) y el Mercado Común del África Meridional y Oriental consideran la CTI un componente fundamental de la integración económica. Por ejemplo, en el *Protocolo del mercado común* (2010) de la CAO se contemplan medidas preparatorias para la investigación dirigida por el mercado, el desarrollo tecnológico y la adaptación de tecnologías en la comunidad, con el objetivo de respaldar la producción sostenible de bienes y servicios, y de mejorar la competitividad internacional. La CAO ha encomendado al Consejo Interuniversitario para el África Oriental la misión de desarrollar un Espacio Común de Educación Superior para 2015.

El **África Meridional** (capítulo 20) se caracteriza por el deseo compartido de aprovechar la CTI para el desarrollo sostenible. Como en el resto del subcontinente, las economías de la Comunidad para el Desarrollo del África Meridional (SADC) dependen en gran medida de los recursos naturales. En consecuencia, la caída de la financiación pública para la I+D agrícola en los países de la SADC resulta preocupante.

Existen grandes diferencias en cuanto a intensidad de I+D, desde el nivel mínimo del 0,01% en Lesotho hasta el

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

máximo del 1,06% en Malawi, que está tratando de atraer inversión extranjera directa (IED) para desarrollar su sector privado. Sudáfrica atrajo aproximadamente el 45% de la IED introducida en la SADC en 2013, y se está consolidando como un inversor de primer nivel en la región: entre 2008 y 2013, sus flujos salientes de IED prácticamente se duplicaron hasta alcanzar la cifra de 5.600 millones de dólares estadounidenses, impulsados por la inversión en telecomunicaciones, minería y sector minorista, principalmente en países vecinos.

La contracción de la relación GBID/PIB de Sudáfrica entre 2008 y 2012, del 0,89% al 0,73%, se debe principalmente a la caída de la financiación del sector privado, que podría no verse compensada por el aumento asociado del gasto público en I+D. Sudáfrica genera aproximadamente una cuarta parte del PIB africano y cuenta con un sistema de innovación razonablemente moderno: entre 2008 y 2013 registró el 96% de las patentes de la SADC.

En la mayor parte de los países de la SADC, las políticas de CTI siguen fuertemente vinculadas al aparato estatal, con una participación reducida del sector privado. Los documentos de política de CTI rara vez van acompañados de planes de ejecución y partidas presupuestarias. La falta de recursos humanos y financieros también ha dificultado el avance hacia los objetivos regionales previstos en las políticas de CTI. Existen otros obstáculos para el desarrollo de los sistemas de innovación nacionales, como por ejemplo el deficiente desarrollo del sector industrial, la existencia de limitados incentivos para la inversión del sector privado en I+D, la grave escasez de competencias científicas y tecnológicas a todos los niveles, la fuga constante de cerebros, una enseñanza deficiente de las ciencias en los colegios como consecuencia de la falta de profesores cualificados y de planes de estudio adecuados, unos mecanismos insuficientes de protección jurídica de los derechos de propiedad intelectual, y la falta de cooperación en ciencia y tecnología.

El comercio intraafricano sigue siendo deplorablemente bajo, y se sitúa en aproximadamente un 12% de la actividad comercial total en África. La integración regional constituye una de las principales prioridades de la Unión Africana, la Nueva Alianza para el Desarrollo de África y comunidades económicas de ámbito regional como la SADC, el COMESA y la CAO, que en junio de 2015 establecieron oficialmente una zona de libre comercio. Otra de sus prioridades importantes es el desarrollo de programas regionales de CTI. El obstáculo más importante para la integración regional probablemente sea la resistencia de cada gobierno en particular a ceder soberanía nacional.

En **Asia Meridional** (capítulo 21) la inestabilidad política ha obstaculizado el desarrollo, aunque el hecho de que algunas crisis en la región se hayan resuelto, por ejemplo con la

vuelta a la paz de Sri Lanka y la transición democrática en Afganistán, resulta esperanzador de cara al futuro. Sri Lanka está invirtiendo mucho para desarrollar sus infraestructuras, y Afganistán en la enseñanza a todos los niveles.

Todas las economías crecieron en la última década; el avance más rápido en cuanto a PIB per cápita se ha producido en Sri Lanka (con la salvedad de India, véase el capítulo 22). No obstante, Asia Meridional sigue siendo una de las regiones menos integradas del mundo desde una perspectiva económica: el comercio intrarregional representa sólo un 5% del total.

A pesar de que los países de Asia Meridional han hecho grandes avances para lograr la educación primaria universal en 2015, estos esfuerzos se han comido la inversión en educación superior (que representa solamente un 0,2–0,8% del PIB). La mayoría de los países ha formulado políticas y programas para fomentar el uso de las TIC en las escuelas, la investigación y los sectores económicos, pero estos esfuerzos se topan, en particular, con la poca fiabilidad del suministro eléctrico en las zonas rurales y con la falta de infraestructura de Internet de banda ancha. La tecnología de telefonía móvil goza de un amplio uso en la región, aunque sigue utilizándose insuficientemente para compartir información y conocimientos, o para el desarrollo de servicios comerciales y financieros.

El esfuerzo de I+D de Pakistán cayó del 0,63% al 0,29% del PIB entre 2007 y 2013, mientras que Sri Lanka mantuvo su reducido nivel del 0,16% del PIB. Pakistán tiene previsto aumentar su inversión en I+D hasta el 1% del PIB para 2018, y Sri Lanka hasta el 1,5% para 2016. El desafío consistirá en implantar mecanismos efectivos para alcanzar estos objetivos. Afganistán ha superado su propio objetivo al duplicar la tasa de matriculación en la universidad entre 2011 y 2014.

El país al que habrá que estar atentos es Nepal, que ha mejorado varios indicadores en pocos años: su esfuerzo de I+D ha aumentado del 0,05% (2008) al 0,30% (2010) del PIB, y en la actualidad posee más técnicos por millón de habitantes que Pakistán o Sri Lanka, y está tan sólo unos pasos por detrás de Sri Lanka en lo que a intensidad de investigadores se refiere. Las necesidades de reconstrucción tras el trágico terremoto de 2015 podrían obligar al Gobierno a revisar algunas de sus prioridades de inversión.

Para hacer realidad su ambición de convertirse en economías del conocimiento, muchos países de Asia Meridional deberán incrementar su nivel de incorporación a la enseñanza secundaria y adoptar mecanismos de financiación y priorización creíbles. La introducción de incentivos fiscales para la innovación y de un entorno económico más propicio para los negocios podría contribuir a convertir las alianzas

entre los sectores público y privado en un motor de desarrollo económico.

En **la India** (capítulo 22), el crecimiento económico se ha desacelerado hasta el 5% anual aproximadamente desde la crisis de 2008; preocupa el hecho de que esta tasa de crecimiento, notable de por sí, no cree suficientes puestos de trabajo. En consecuencia, el Primer Ministro Modi ha abogado por un nuevo modelo económico basado en la producción orientada a la exportación, en oposición al modelo actual, que favorece el sector de los servicios (57% del PIB).

A pesar del menor crecimiento económico, todos los indicadores relativos a la producción de I+D han experimentado rápidos avances en los últimos años, como la cuota que las exportaciones de alta tecnología representan dentro de las exportaciones indias, o el número de publicaciones científicas. El sector empresarial ha ganado en dinamismo: en 2011 realizó casi el 36% de toda la I+D, en comparación con el 29% en 2005. El único indicador clave que se ha estancado es el del esfuerzo de I+D de la India, que se ha mantenido en el 0,82% del PIB en 2011. El Gobierno había previsto aumentar el GBID hasta el 2% del PIB en 2007, aunque posteriormente se vio obligado a retrasar la fecha límite hasta 2018.

La innovación se concentra en nueve sectores industriales, y más de la mitad del gasto empresarial en I+D está relacionado con sólo tres industrias: farmacéutica, automovilística y de creación de software informático. Además, las empresas innovadoras se circunscriben a seis de los 29 estados de India. A pesar de que el país cuenta con uno de los regímenes fiscales más generosos para la I+D del mundo, esto no ha permitido desarrollar una cultura de innovación entre las empresas y las industrias.

Se ha producido un fuerte crecimiento de las patentes: en 2012, seis de cada diez se registraron en el sector de las TI, y una de cada diez en la industria farmacéutica. La mayor parte de las patentes farmacéuticas tiene como titular a empresas nacionales; por el contrario, las patentes en TI han sido registradas sobre todo por empresas extranjeras. Esto se debe a que, tradicionalmente, las empresas indias han tenido menos éxito en la manufactura de productos, actividad que requiere competencias de ingeniería, en comparación con las industrias de base científica como la farmacéutica.

La mayoría de las patentes concedidas a los indios hacen referencia a invenciones de alta tecnología. A fin de mantener esta capacidad, el Gobierno está invirtiendo en nuevos ámbitos como el diseño aeronáutico, la nanotecnología y las fuentes de energía ecológicas. También está aprovechando las capacidades del país en TIC para reducir las disparidades entre las zonas urbanas y las rurales y establecer centros

de excelencia en ciencias agrícolas, con el objetivo de dar un vuelco a la preocupante caída en los rendimientos de algunas cosechas de alimentos básicos. Además, la India se está convirtiendo en un centro de “innovación frugal”, con un creciente mercado local para las invenciones dirigidas a los sectores pobres de la sociedad, como por ejemplo dispositivos médicos de bajo costo o el último microautomóvil de Tata, el Nano Twist.

La empleabilidad de científicos e ingenieros ha sido una fuente de preocupación constante durante años para los responsables de la elaboración de políticas, así como para los empleadores potenciales. El Gobierno ha introducido una serie de medidas correctoras para mejorar la calidad de la enseñanza superior y la investigación académica. Actualmente, la densidad de investigadores en el sector privado va en aumento, apuntalada por el espectacular crecimiento del número de estudiantes de ingeniería. No obstante, el Gobierno debe aumentar adicionalmente el volumen de inversión en investigación universitaria, que realiza sólo el 4% de la I+D, a fin de capacitar a las universidades para desempeñar mejor su función de generadores de nuevos conocimientos y proveedores de enseñanza de calidad.

En **China** (capítulo 23), científicos e ingenieros han obtenido algunos logros destacables desde 2011. Estos abarcan toda una variedad de ámbitos, desde descubrimientos fundamentales en física de la materia condensada hasta el aterrizaje de una sonda en la Luna en 2013, pasando por el primer avión de pasajeros chino de grandes dimensiones. China está en camino de convertirse en el primer país del mundo en producción de publicaciones científicas en 2016. Mientras tanto, dentro de sus fronteras, siete de cada diez (69%) patentes concedidas por la Oficina Estatal de Propiedad Intelectual de China en 2013 fueron a inventores del país.

No obstante, existe cierto grado de insatisfacción entre los líderes políticos con el retorno de la inversión en I+D realizada por el Gobierno hasta la fecha. A pesar de una enorme inyección de fondos (del 2,09% del PIB en 2014), de unos investigadores mejor formados y de contar con sofisticados equipos e instalaciones, los científicos chinos siguen sin producir grandes avances de vanguardia. Hay pocos resultados de investigación que se hayan convertido en productos innovadores y competitivos, y China se enfrenta a un déficit de 10 000 millones de dólares estadounidenses (2009) en su balanza de pagos en propiedad intelectual. Muchas empresas chinas siguen dependiendo de proveedores extranjeros para sus tecnologías básicas. Solamente el 4,7% del GBID va a investigación básica, en comparación con el 84,6% dedicado a desarrollo experimental (lo que supone un aumento con respecto al 73,7% en 2004).

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Estos problemas han obligado a China a poner temporalmente en entredicho su objetivo de emprender una vía de desarrollo auténticamente impulsada por la innovación, mientras el liderazgo político sigue adelante con una agenda de reformas global destinada a abordar las debilidades detectadas. La Academia China de Ciencias, por ejemplo, ha recibido presiones para aumentar la calidad de la investigación académica y colaborar más con otros actores de la innovación. A fin de fomentar la transferencia de tecnología, se ha creado un grupo de expertos bajo la supervisión del Viceprimer Ministro Ma Kai para identificar líderes industriales capaces de establecer alianzas estratégicas con multinacionales extranjeras. Como resultado, Intel adquirió el 20% de las acciones de Tsinghua Unigroup, una compañía estatal, en septiembre de 2014.

La “nueva normalidad” que representa la ralentización del crecimiento económico pone de manifiesto hasta qué punto es urgente para China transformar su modelo de desarrollo económico del actual, basado en un uso intensivo de mano de obra, inversión, energía y recursos, a un modelo que dependa cada vez más de la tecnología y la innovación. Existe un cierto número de políticas que van en esta dirección. Por ejemplo, el *12º Plan quinquenal* (2011–2015) aspira de forma específica al desarrollo de tecnologías de ciudad inteligente.

China ya ha conseguido alcanzar muchos de los objetivos cuantitativos fijados en su *Plan para el Desarrollo Científico y Tecnológico a Mediano y Largo Plazo* (2006–2020), y va por el buen camino para conseguir el objetivo de una relación GBID/PIB del 2,5% en 2020. Este plan está siendo actualmente objeto de un examen de mitad de periodo. Las conclusiones extraídas podrían determinar hasta qué punto el país conservará aspectos de la estrategia de desarrollo abierta y ascendente que tan buenos servicios le ha prestado en las últimas tres décadas. Existe el riesgo de que la adopción de una estrategia más politizada e intervencionista disuada al capital extranjero y ralente la captación de cerebros de China, que se ha acelerado en los últimos tiempos: de los 1,4 millones de estudiantes que han regresado al país desde principios de la década de 1990, casi la mitad lo han hecho después de 2010.

El **Japón** (capítulo 24) está aplicando políticas extraordinariamente activas en los ámbitos económico y fiscal para dejar atrás el letargo económico en que está inmerso el país desde la década de 1990. Se ha dado en llamar al paquete de reformas políticas “Abenómica”, en referencia al primer ministro. Sin embargo, la tercera “flecha” de este paquete en el ámbito de las políticas de estímulo del crecimiento aún no ha dado resultados.

En cualquier caso, el Japón sigue siendo una de las economías con mayor intensidad de I+D de todo el mundo (3,5% del PIB

en 2013). En los últimos años, la tendencia más notable en el gasto industrial en I+D ha sido el importante recorte en las TIC. La mayor parte de las demás industrias ha mantenido más o menos el mismo nivel de gasto en I+D entre 2008 y 2013. El reto al que se enfrenta la industria japonesa será combinar sus fortalezas tradicionales con una visión orientada al futuro.

El Japón se enfrenta a varios desafíos. El envejecimiento de la población, sumado al interés decreciente entre los jóvenes por una carrera académica y a la caída del número de publicaciones científicas, apuntan a la necesidad de una reforma de amplio alcance del sistema nacional de innovación.

En cuanto al sector académico, la reforma universitaria ha constituido un reto durante años. La financiación regular de las universidades nacionales se ha reducido a un ritmo constante, de aproximadamente el 1% anual, durante más de una década. De forma paralela, el número de subvenciones competitivas y de financiación de proyectos ha aumentado. En particular, se ha observado una proliferación de las subvenciones multiuso de gran escala que no están dirigidas a investigadores determinados, sino a las propias universidades; estas subvenciones no sólo financian la investigación y/o enseñanza universitarias en sí mismas, sino que además obligan a las universidades a adoptar reformas sistémicas, como por ejemplo la revisión de planes de estudio, la promoción de las mujeres investigadoras y la internacionalización de la enseñanza y la investigación. La caída de la financiación regular ha venido acompañada de un aumento de la demanda de académicos universitarios, que ahora tienen menos tiempo para investigar. Esto se ha traducido en una disminución de las publicaciones científicas, una tendencia que prácticamente sólo se da en el Japón.

El desastre de Fukushima, en marzo de 2011, ha afectado profundamente a la ciencia. La catástrofe no sólo ha hecho tambalearse la confianza de la población en la tecnología nuclear, sino también en la ciencia y la tecnología en general. El Gobierno ha reaccionado tratando de restablecer la confianza de la población. Se han organizado debates y, por primera vez, se ha puesto de manifiesto la importancia del asesoramiento científico para la adopción de decisiones. Desde el desastre de Fukushima, el Gobierno ha decidido revitalizar el desarrollo y uso de las energías renovables.

Publicado tan sólo unos meses después del desastre de Fukushima, el *Cuarto Plan básico para la Ciencia y la Tecnología* (2011) se desmarcó radicalmente de sus predecesores. Ya no identifica áreas prioritarias para la I+D, sino que, en vez de eso, presenta tres ámbitos clave que deben abordarse: recuperación y reconstrucción tras el desastre de Fukushima, “innovación ecológica” e “innovación para la vida”.

La **República de Corea** (capítulo 25) es la única nación en haber pasado de ser uno de los principales receptores de ayuda exterior a ser un donante de primer nivel, y ello en tan sólo dos generaciones. En la actualidad, se ha lanzado a la busca de un nuevo modelo de desarrollo. El Gobierno reconoce que el notable crecimiento del pasado ya no es sostenible. La competencia con China y el Japón es intensa, las exportaciones caen y la demanda internacional de crecimiento ecológico ha trastocado el equilibrio. Además, el rápido envejecimiento de la población y el descenso de los índices de natalidad ponen en riesgo las perspectivas económicas a largo plazo de Corea.

El Gobierno de Park está dando continuidad a la política de crecimiento ecológico basada en la emisión de niveles reducidos de carbono adoptada por su predecesor, pero la ha añadido un nuevo elemento: la economía creativa. Se ha reservado un fondo de financiación inicial para fomentar el surgimiento de una economía creativa durante el periodo quinquenal que terminará en 2018.

El Gobierno ha tomado conciencia de que, para desarrollar las capacidades nacionales de innovación, será necesario cultivar la creatividad entre los jóvenes. Los ministerios han introducido medidas conjuntas para reducir el peso del currículo académico y promover una nueva cultura en cuyo marco se estimule y respete la creatividad de las personas. Un ejemplo de estas medidas es el Proyecto Da Vinci, que está siendo probado en escuelas seleccionadas de enseñanza primaria y secundaria para desarrollar un nuevo tipo de aula que estimule a los alumnos a ejercitar su imaginación y dé un nuevo impulso a la enseñanza basada en la investigación práctica y la experiencia.

El proceso consistente en aumentar el espíritu emprendedor y la creatividad del país supondrá la transformación de la estructura misma de la economía. Hasta ahora, el país se ha apoyado en grandes conglomerados para impulsar el crecimiento y los ingresos de exportación. En 2012, estos representaban aún las tres cuartas partes de la inversión privada en I+D. El desafío al que se enfrentará el país consistirá en producir sus propias nuevas empresas de alta tecnología y fomentar una cultura creativa entre las PYME. Otro reto será convertir las regiones en centros de atracción para las industrias creativas, proporcionando la infraestructura financiera y la gestión adecuadas para mejorar su autonomía. El nuevo Centro de Innovación para la Economía Creativa en Daejeon hace las veces de incubadora de empresas.

De forma paralela, el Gobierno está construyendo el Cinturón Internacional de Empresas Científicas en Daejeon. El objetivo es corregir la impresión de que la República de Corea pasó de ser un país pobre basado en la agricultura a ser un gigante industrial únicamente a través de la imitación, sin desarrollar

una capacidad endógena en ciencias básicas. En 2011 se inauguró en este emplazamiento un Instituto Nacional para las Ciencias Básicas, y en la actualidad se está construyendo un acelerador de iones pesados que permita realizar investigación básica y establecer vínculos con el mundo de los negocios.

**Malasia** (capítulo 26) se ha recuperado de la crisis financiera internacional y ha registrado un crecimiento anual medio del PIB del 5,8% en el periodo 2010–2014, una cifra muy saludable. Este hecho, unido a las sólidas exportaciones de alta tecnología, ha contribuido a sostener los esfuerzos del Gobierno para financiar la innovación, por ejemplo mediante la concesión de subvenciones de I+D a universidades y empresas. Esto ha ayudado a incrementar la relación GBID/PIB desde el 1,06% en 2011 hasta el 1,13% en 2012. El aumento de la financiación de I+D se ha traducido en un mayor número de patentes, publicaciones científicas y estudiantes extranjeros.

En 2005 Malasia se fijó el objetivo de convertirse en el sexto destino más importante a nivel mundial para estudiantes universitarios internacionales en 2020. Entre 2007 y 2012, el número de estudiantes procedentes de otros países casi se duplicó hasta superar los 56 000; el objetivo es llegar a los 200 000 en 2020. Malasia está atrayendo a muchos estudiantes de la región, aunque en 2012 también se convirtió en uno de los diez destinos principales para los estudiantes árabes.

Diversos organismos han contribuido a consolidar la participación de las empresas en I+D en sectores estratégicos. Un ejemplo es el Consejo del Aceite de Palma de Malasia. En 2012, un grupo de corporaciones multinacionales crearon su propia plataforma para la Investigación colaborativa en Ingeniería, Ciencia y Tecnología (CREST). Esta alianza trilateral que reúne a la industria, las universidades y el Gobierno, trata de cubrir las necesidades de investigación de las industrias eléctrica y electrónica de Malasia, que contratan a cerca de 5 000 científicos de investigación e ingenieros.

Aunque el Gobierno ha tenido resultados muy satisfactorios a la hora de dar apoyo a la I+D, diversos problemas han limitado la capacidad de Malasia de respaldar tecnologías de frontera. En primer lugar, debe seguir fortaleciéndose la colaboración entre los principales actores en el sector de la innovación. En segundo lugar, la docencia de ciencias y matemáticas debe mejorarse, ya que los resultados obtenidos por los estudiantes malasios de 15 años en las evaluaciones trienales realizadas por el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) de la OCDE han empeorado. En tercer lugar, la proporción de investigadores de dedicación exclusiva por millón de habitantes ha aumentado de forma constante, aunque sigue siendo bastante baja para una

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

economía asiática dinámica como Malasia: en 2012 era de 1 780. Además, Malasia sigue siendo un importador neto de tecnología, ya que su balanza de regalías por licencias y servicios tecnológicos se ha mantenido en números rojos.

**Asia Sudoriental y Oceanía (capítulo 27)** ha gestionado con éxito la crisis financiera internacional de 2008, y numerosos países han conseguido evitar la recesión. La creación de la Comunidad Económica de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN) a fines de 2015 impulsará con toda probabilidad el crecimiento económico en la región y estimulará tanto el movimiento transfronterizo de investigadores como el aumento de la especialización. Mientras tanto, las reformas democráticas en Myanmar han derivado en una atenuación de las sanciones internacionales, lo que ofrece perspectivas de crecimiento, sobre todo si tenemos en cuenta que el Gobierno está fomentando las industrias orientadas a la exportación.

En 2014, la Cooperación Económica de Asia y el Pacífico realizó un estudio sobre las carencias de cualificaciones en la región, con el objetivo de establecer un sistema de supervisión que permita ir abordando las necesidades de formación. Por su parte, el *Plan de Acción de la ASEAN en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación (2016–2020)* hace hincapié en la inclusión social y el desarrollo sostenible, incluso en ámbitos como la tecnología ecológica, la energía, los recursos hídricos y la innovación para la vida. Por otro lado, en Australia las prioridades del Gobierno se están alejando de las energías renovables y las estrategias de reducción de las emisiones de carbono.

Los países de la región colaboran cada vez más entre sí, tal como ponen de manifiesto las tendencias observadas en el ámbito de la coautoría científica internacional. En el caso de las economías menos desarrolladas, la coautoría llega a representar hasta el 90–100% de la producción; para ellas, el desafío radicará en encaminar la colaboración científica internacional en la dirección prevista por las políticas nacionales en materia de ciencia y tecnología.

En cuatro países la proporción de I+D llevada a cabo por el sector empresarial es comparativamente elevada: Singapur, Australia, Filipinas y Malasia. En el caso de los dos últimos países, lo más probable es que esto se deba a la fuerte presencia de compañías multinacionales. En términos generales, el rendimiento de la innovación es débil en la región, que produce el 6,5% de las publicaciones científicas del mundo (2013) pero sólo el 1,4% de las patentes internacionales (2012); además, el 95% de estas patentes fueron registradas por sólo cuatro países: Australia, Singapur, Malasia y Nueva Zelanda. El reto para economías como Viet Nam y Camboya residirá en aprovechar los conocimientos y competencias integrados en las grandes empresas

extranjeras que tienen dentro de sus fronteras, a fin de desarrollar un nivel de profesionalidad equivalente entre los proveedores y las empresas locales.

Desde 2008, numerosos países han aumentado su esfuerzo de I+D, incluso en el sector empresarial. En algunos casos, sin embargo, el gasto empresarial en I+D se concentra en gran medida en el sector de los recursos naturales, por ejemplo en la minería y los minerales en el caso de Australia. Para muchos países, el desafío radicará en profundizar y diversificar la implicación del sector empresarial en una mayor variedad de sectores industriales, sobre todo teniendo en cuenta que el inicio de un ciclo de descenso de los precios de las materias primas imprime una mayor urgencia al proyecto de desarrollar políticas de crecimiento impulsadas por la innovación.

## CONCLUSIÓN

### **Un compromiso público con la ciencia y la investigación en permanente evolución**

Esta última edición del *Informe de la UNESCO sobre la ciencia* cubre el mayor número de países y regiones hasta la fecha. Este hecho refleja la creciente aceptación en todo el mundo de la CTI como un motor de desarrollo, en especial fuera de la OCDE. Al mismo tiempo, los datos estadísticos sobre indicadores básicos de CTI siguen siendo irregulares, sobre todo en los países no pertenecientes a la OCDE. No obstante, cada vez se está tomando mayor conciencia de la necesidad de contar con datos fiables que permitan supervisar los sistemas nacionales de ciencia e innovación y proporcionar información para la elaboración de políticas. Esta toma de conciencia ha dado lugar a la Iniciativa Africana sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología, que ha creado un observatorio ubicado en Guinea Ecuatorial. Varias economías árabes también están estableciendo observatorios de CTI, como Egipto, Jordania, el Líbano, Palestina y Túnez.

Otra tendencia sorprendente observada en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* es el deterioro del compromiso público con la I+D que se registra en numerosos países desarrollados (Canadá, Reino Unido, los Estados Unidos de América, etc.), en oposición a la cada vez más generalizada convicción, en los países emergentes y de ingresos más bajos, de que la inversión pública en I+D es indispensable para generar conocimiento y desarrollar tecnología. Desde luego, ya hace varios años que la CTI está siendo integrada en numerosas economías emergentes como el Brasil, China y la República de Corea. Pero lo que estamos viendo ahora es la adhesión a esta filosofía por parte de numerosos países de ingresos medianos y bajos, muchos de los cuales están incorporando la CTI a sus documentos de “visión” o a otros documentos de planificación. También es cierto que en los últimos años estos países han registrado tasas de

crecimiento económico muy superiores a las de los países de la OCDE, así que, hasta cierto punto, aún está por ver si serán capaces de mantener este compromiso público en años con tasas de crecimiento inferiores o incluso negativas. En este sentido, Brasil y la Federación de Rusia constituirán puntos de referencia, en la medida en que ambos han entrado ya en recesión debido a la finalización del último ciclo de bonanza de las materias primas.

No obstante, tal como se subraya en el capítulo 2, no sólo se están reduciendo las diferencias existentes en términos de compromiso público con la inversión en I+D entre el mundo altamente desarrollado y el mundo emergente y de ingresos medianos. Aunque la mayor parte de la I+D (y el registro de patentes) tiene lugar en países de ingresos altos, la innovación se genera en países pertenecientes a todo el espectro de ingresos. Una buena parte de la innovación se está produciendo sin ninguna actividad de I+D: en la mayoría de los países analizados por el Instituto de Estadística de la UNESCO en 2013, más del 50% de las empresas estaba implicado en actividades de innovación no relacionadas con I+D. Los responsables de la elaboración de políticas deberían tomar nota de este fenómeno y, en consonancia, no centrarse sólo en diseñar incentivos para que las empresas dediquen recursos a I+D. También deben fomentar la innovación no relacionada con la investigación, sobre todo en lo que concierne a la transferencia de tecnología, ya que normalmente la adquisición de maquinaria, equipos y *software* constituye la actividad más importante vinculada a la innovación.

### **La innovación se extiende, pero las políticas no siempre aciertan**

Formular una política nacional de ciencia e innovación que tenga éxito sigue siendo una tarea de gran dificultad. Para sacar todo el partido al desarrollo económico impulsado por la ciencia y la innovación, hay que moverse en la dirección adecuada, de forma simultánea, en toda una serie de ámbitos de política diferentes, incluidos los tocantes a la educación, las ciencias básicas y el desarrollo tecnológico, y como es lógico integrar las tecnologías sostenibles (“ecológicas”), la I+D empresarial y las condiciones del marco económico.

Cada vez más países se enfrentan a una serie de dilemas comunes, tales como la dificultad de encontrar un equilibrio entre la participación local e internacional en investigación, o entre la ciencia básica y la aplicada, la generación de nuevos conocimientos y de conocimientos comercializables, o la oposición entre ciencia para el bien común y ciencia para impulsar el comercio.

La tendencia actual consistente en una mayor orientación de la política de CTI hacia el desarrollo industrial y comercial

también está teniendo ramificaciones internacionales. El *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010* previó que, cada vez más, la diplomacia internacional adoptaría la forma de la diplomacia científica. Esta profecía se ha hecho realidad, tal como ilustran los estudios de casos de Nueva Zelanda (recuadro 27.1) y Suiza (recuadro 11.3). No obstante, en algunos casos, las cosas han tomado un cariz inesperado. Algunos gobiernos están mostrando una tendencia a vincular las alianzas en el ámbito de la investigación y la diplomacia científica a los intercambios y las oportunidades comerciales. Resulta revelador, por ejemplo, que actualmente la red de innovación del Canadá está siendo gestionada por el Comisario de Comercio del Departamento de Asuntos Exteriores, Comercio y Desarrollo, en vez de estar en manos del servicio exterior; este megadepartamento fue creado en 2013 al fusionar la Agencia para el Desarrollo Internacional del Canadá y el Departamento de Asuntos Exteriores y Comercio Internacional. Australia ha adoptado una medida similar al integrar AusAID en el Departamento de Asuntos Exteriores y Comercio, y al otorgar a la ayuda exterior un carácter cada vez más comercial.

El auge económico mundial experimentado entre 2002 y 2007 parecía haber “subido todos los barcos” a la ola de la prosperidad y centrado tanto la atención de las políticas como la asignación de recursos en la innovación en numerosos países emergentes y en desarrollo. En este periodo se observó una proliferación de las políticas de CTI, los documentos de planificación a largo plazo (“visión”) y la fijación de ambiciosos objetivos en todo el mundo. A partir de la crisis de 2008-2009, el lento crecimiento económico y la contracción de los presupuestos públicos parecen haber hecho mucho más difícil el arte de elaborar y aplicar políticas de ciencia e innovación exitosas. La presión ejercida sobre la ciencia de interés público en Australia, el Canadá y los Estados Unidos de América ilustra una de las consecuencias derivadas de la contracción de los presupuestos públicos de I+D. Por otra parte, el desafío para los países de ingresos bajos y medianos consistirá en garantizar que las políticas gocen de la financiación adecuada, que se supervise y evalúe su aplicación, y que los órganos responsables de dicha aplicación coordinen sus actividades y rindan cuentas.

Algunos países o bien tienen históricamente buenos sistemas de enseñanza superior y una amplia reserva de científicos e ingenieros, o bien han dado importantes pasos en esta dirección recientemente. A pesar de ello, sus sectores empresariales no conceden una gran importancia a la I+D y la innovación, por motivos que van desde la especialización sectorial de sus economías hasta un entorno empresarial deficiente o en deterioro. Toda una serie de países está experimentando este fenómeno en diversas

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

medidas, entre ellos Canadá, el Brasil, la India, el Irán, la Federación de Rusia, Sudáfrica y Ucrania.

Otros países han dado grandes pasos en la dirección de la reforma económica, la modernización industrial y la competitividad internacional, pero aún deben complementar el empujón dado a la I+D impulsada por el sector público con importantes mejoras cualitativas en los ámbitos de la enseñanza superior y la investigación básica, a fin de llevar su I+D empresarial más allá del desarrollo experimental, hacia actividades más auténticamente innovadoras. De nuevo, toda una serie de países se está enfrentando a este desafío, incluidos China, Malasia y Turquía. Para algunos, el reto radicará en orientar aún más la competitividad industrial impulsada por la IED hacia la investigación endógena, como es el caso de Malasia. Para otros, el desafío será fomentar una colaboración saludable entre los diferentes componentes del sistema de investigación público. La actual reforma de las academias de ciencias en China, la Federación de Rusia y Turquía ilustra las tensiones que pueden surgir cuando se cuestiona la autonomía de estas instituciones.

## **¿Ciencia y educación abiertas, dentro de fronteras «cerradas»?**

Otra tendencia que vale la pena mencionar es el acusado aumento del número de investigadores, que actualmente asciende a 7,8 millones en todo el mundo, lo que representa un incremento del 21% desde 2007 (cuadro 1.3). Desde el inicio del nuevo milenio, el número de investigadores en todo el mundo se ha más que duplicado. Este crecimiento se refleja también en la explosión del número de publicaciones científicas. La competencia entre científicos para publicar en un número limitado de revistas de alto impacto ha aumentado espectacularmente, como también lo ha hecho la competencia para conseguir puestos de trabajo en las instituciones de investigación y las universidades de mayor reputación. Además, estas instituciones, a su vez, están sometidas también a una competencia cada vez mayor para atraer a los mejores talentos del mundo.

Internet ha traído consigo la “ciencia abierta”, que allana el camino para la colaboración internacional en investigación en línea, así como el acceso abierto a publicaciones y a los datos en los que estas se basan. Al mismo tiempo, se ha producido un movimiento de alcance mundial en la dirección de la “educación abierta”, con el desarrollo y la puesta a disposición generalizada de cursos universitarios en línea (MOOCs) impartidos por nuevos consorcios universitarios internacionales. En pocas palabras, el sistema de investigación académica y de enseñanza superior se está internacionalizando rápidamente, y esto posee importantes implicaciones en los tradicionales mecanismos de organización y financiación, que son de carácter nacional. Esto mismo está ocurriendo en el sector privado, que

“potencialmente posee un papel mucho más importante que desempeñar, en comparación con las universidades, en la difusión por todo el mundo del ‘balance de recursos’ en ciencia y tecnología” (capítulo 2). Cada vez más, se considera ineludible contar con personal investigador internacional tanto en el ámbito de la investigación como en el de la innovación. Como suele decirse, Silicon Valley “se construyó gracias a CI”, y con esta sigla no se está haciendo referencia a los circuitos integrados, sino a la contribución de los chinos e indios al éxito de este sector de innovación.

El inconveniente es que los flujos transfronterizos de conocimiento en forma de investigadores, coautoría científica, cotitularidad de invenciones y financiación de investigación dependen también, en gran medida, de factores que poco tienen que ver con la ciencia. En la actualidad, la elaboración de políticas nacionales de CTI se caracteriza en gran medida por su mercantilismo. Todos los gobiernos están deseosos de aumentar las exportaciones de alta tecnología, pero pocos están dispuestos a poner sobre la mesa la eliminación de las barreras no arancelarias (como por ejemplo, las restricciones en materia de contratación pública) que puedan estar limitando sus importaciones. Todos quieren atraer centros de I+D y profesionales cualificados (científicos, ingenieros, médicos, etc.) del extranjero, pero pocos están dispuestos a negociar marcos que fomenten los movimientos transfronterizos (en ambas direcciones). La decisión de la Unión Europea de adoptar “visados científicos” a partir de 2016 dentro de su Unión por la Innovación para facilitar el movimiento transfronterizo de especialistas constituye un intento de eliminar algunas de estas barreras.

En las últimas décadas, la sustitución de las importaciones ha ejercido una fuerte influencia sobre las políticas de desarrollo. En la actualidad, existe un creciente debate sobre las ventajas del proteccionismo industrial. Los autores del capítulo sobre el Brasil (capítulo 8), por ejemplo, argumentan que las políticas de sustitución de las importaciones han eliminado el incentivo para que las empresas endógenas innoven, puesto que no se ven obligadas a competir a nivel internacional.

## **La buena gobernanza es buena para la ciencia**

La buena gobernanza va de la mano de los avances en todos los estadios del proceso de desarrollo impulsado por la innovación. La ausencia de corrupción en el sistema universitario resulta esencial para garantizar que estas instituciones produzcan profesionales cualificados. En el otro extremo del ciclo de innovación, un entorno de negocios muy corrupto supone un potente obstáculo para el surgimiento de una competencia impulsada por la innovación. Por ejemplo, las empresas tendrán muy pocos incentivos para invertir en I+D si no pueden confiar en el sistema judicial para defender

su propiedad intelectual. El fraude científico también se da con mayor probabilidad en entornos caracterizados por la mala gestión.

El *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* pone de relieve numerosos ejemplos en los que los países han reconocido la necesidad de una mejor gestión para fomentar la ciencia y la innovación endógenas. En un ejercicio de franqueza ejemplar, el Comité de Coordinación del Fomento de la Ciencia y la Tecnología de Uzbekistán ha identificado el “fortalecimiento del estado de derecho” como una de las ocho prioridades del país para impulsar la I+D de aquí a 2020 (capítulo 14). La propia *Estrategia 2020* de Europa Sudoriental identifica “la eficacia de los servicios públicos, la lucha contra la corrupción y la justicia” como uno de los cinco pilares de la nueva estrategia de crecimiento de la región. En la vecina Moldova, el 13% del programa estatal de 2012 para I+D se ha asignado a la “consolidación del estado de derecho y el aprovechamiento del patrimonio cultural con vistas a la integración europea”. En el capítulo sobre los Estados árabes se hace especial hincapié en la necesidad de mejorar la gestión, la transparencia, el estado de derecho y la lucha contra la corrupción para poder extraer mayores beneficios de la inversión en ciencia y tecnología, así como en la necesidad de “recompensar mejor la capacidad de iniciativa y el dinamismo” y desarrollar “un clima saludable para las empresas”. Por último pero no por ello menos importante, el capítulo sobre América Latina y el África Meridional subraya el fuerte vínculo existente entre la eficacia del Gobierno y la productividad científica.

### **Las consecuencias de la “maldición de los recursos” para la ciencia**

Aunque la extracción de recursos puede permitir a un país acumular importantes riquezas, el crecimiento económico sostenido y a largo plazo rara vez se alcanza con un modelo basado principalmente en los recursos naturales. Existen varios países que parecen no estar aprovechando la oportunidad que brinda un crecimiento impulsado por los recursos para consolidar los cimientos de sus economías. De esta situación resulta tentador inferir que, en países con una superabundancia de recursos naturales, el fuerte crecimiento impulsado por la extracción de recursos supone un freno al interés por la innovación y el desarrollo sostenible por parte del sector empresarial.

El final del último ciclo de bonanza de los productos básicos, unido al derrumbe de los precios mundiales del petróleo a partir de 2014, ha subrayado la vulnerabilidad de los sistemas nacionales de innovación en toda una serie de países ricos en recursos que actualmente están experimentando dificultades para mantener su nivel de competitividad: el Canadá (capítulo 4), Australia (capítulo 27), el Brasil (capítulo 8), los Estados árabes

exportadores de petróleo (capítulo 17), Azerbaián (capítulo 12), Asia Central (capítulo 14) y la Federación de Rusia (Capítulo 13). Otros países cuya expansión económica era tradicionalmente muy dependiente de la exportación de productos básicos, han realizado esfuerzos notables para priorizar el desarrollo basado en el conocimiento, tal como ilustran los capítulos sobre el Irán (capítulo 15) y Malasia (capítulo 26).

En circunstancias normales, los países ricos en recursos pueden permitirse el lujo de importar las tecnologías que necesitan mientras dure el periodo de bonanza (los Estados del Golfo, el Brasil, etc.). En casos excepcionales en que países ricos en recursos sufren un embargo que afecta a la tecnología, tienden a optar por estrategias de sustitución de las importaciones. Por ejemplo, desde mediados de 2014, la Federación de Rusia (capítulo 13) ha ampliado sus programas de sustitución de las importaciones en respuesta a las sanciones comerciales que están afectando a las importaciones de tecnologías clave. El caso del Irán (capítulo 15) ilustra de qué forma un embargo de larga duración sobre los intercambios comerciales puede mover a un país a invertir en desarrollo tecnológico endógeno.

Vale la pena señalar que varias economías de renta petrolera ya habían expresado interés por desarrollar energías renovables *antes* de que los precios internacionales del petróleo comenzaran a bajar a mediados de 2014, por ejemplo Argelia, el Gabón, los Emiratos Árabes Unidos y la Arabia Saudita. En el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010* se había observado un cambio de paradigma hacia el crecimiento ecológico. Del actual informe se desprende con total claridad que, desde entonces, esta tendencia se ha acelerado y está seduciendo a un número de países cada vez mayor, aunque los niveles de inversión pública no siempre sean proporcionales a las ambiciones expresadas.

A menudo se hace hincapié en el desarrollo de estrategias de respuesta para proteger la agricultura, reducir los riesgos de desastre y/o diversificar las fuentes de energía en el país, con el objetivo de garantizar la seguridad en el suministro de alimentos, los recursos hídricos y la energía a largo plazo. Además, los países están tomando consciencia progresivamente del valor de su capital natural, tal como puede verse en la recomendación de la *Declaración de Gaborone sobre Sostenibilidad* (2012) según la cual los países africanos deben integrar el valor del capital natural en la contabilidad nacional y la planificación interna. En las economías de ingresos altos (la Unión Europea, la República de Corea, el Japón, etc.), el firme compromiso con el desarrollo sostenible a menudo va unido al deseo de mantener la competitividad en los mercados internacionales, que se están inclinando cada vez más hacia

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

las tecnologías ecológicas; en 2014, la inversión mundial en tecnologías de energías renovables aumentó en un 16% como consecuencia de una reducción del 80% de los costos de fabricación de los sistemas de energía solar. Cabe prever que la tendencia hacia el crecimiento ecológico se acentúe a medida que los países traten de ejecutar los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### Hacia el futuro: Agenda 2030

El 25 de septiembre de 2015, las Naciones Unidas aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esta nueva y ambiciosa fase constituye una transición entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000-2015) y un nuevo conjunto de Objetivos de Desarrollo Sostenible integrados (2015-2030). La nueva Agenda es universal y, por lo tanto, va dirigida tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo. Incluye no menos de 17 objetivos y 169 metas. El seguimiento de los progresos realizados en los próximos 15 años deberá basarse en datos empíricos, por lo que en marzo de 2016 se identificarán una serie de indicadores para ayudar a los países a supervisar sus progresos en la consecución de cada meta. Los objetivos mantienen el equilibrio entre los tres pilares (económico, medioambiental y social) del desarrollo sostenible, a la vez que integran otros pilares de la misión de las Naciones Unidas relacionados con los derechos humanos, la paz y la seguridad. La CTI es un elemento clave de la Agenda 2030, ya que será indispensable para lograr muchos de sus objetivos.

Aunque los Objetivos de Desarrollo Sostenible han sido adoptados por los gobiernos, resulta evidente que sólo se alcanzarán si todos los grupos interesados los asumen como propios. Por su parte, la comunidad científica ya es plenamente partícipe en el proceso. Tal y como se desprende del *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia: hacia 2030*, la investigación científica ha cambiado sus prioridades para orientarse cada vez más hacia la resolución de problemas y responder así a los desafíos urgentes del desarrollo. Este cambio en las prioridades de la investigación puede observarse claramente en la cantidad de fondos de investigación que actualmente se destinan a las ciencias aplicadas.

De forma paralela, tanto los gobiernos como las empresas invierten cada vez más en el desarrollo de “tecnologías verdes” y “ciudades verdes”. Al mismo tiempo, no debemos olvidar que “las ciencias básicas y las ciencias aplicadas son dos caras de la misma moneda”, como recordó la Comité Consultivo Científico al Secretario General de las Naciones Unidas. Ambas están “interconectadas y son interdependientes [y], por consiguiente, se complementan entre sí para ofrecer soluciones innovadoras a los desafíos a los que se enfrenta la humanidad en su camino hacia el desarrollo sostenible”.

Para lograr los *Objetivos de la Agenda 2030* resultará imprescindible invertir adecuadamente tanto en las ciencias básicas como en la investigación aplicada y el desarrollo.

**Luc Soete** (nacido en 1950 en Bélgica) es Rector de la Universidad de Maastricht (Países Bajos). En Maastricht ha sido director de UNU-Merit, que fundó en 1988.

**Susan Schneegans** (nacida en 1963 en Nueva Zelanda) es Redactora en jefe del *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia*.

**Deniz Eröcal** (nacido en 1962 en Turquía) es un consultor e investigador independiente radicado en París (Francia), que trabaja en el área de las políticas y la economía aplicadas a la ciencia, la tecnología, la innovación y el desarrollo sostenible.

**Baskaran Angathevar** (nacido en 1959 en la India) es profesor asociado (invitado) en la Facultad de Economía y Administración de la Universidad de Malaya.

**Rajah Rasiah** (nacido en 1957 en Malasia) ha sido Profesor de economía y gestión de la tecnología en la Facultad de Economía y Administración de la Universidad de Malaya desde 2005.



*A falta de una política pública sólida para apoyar y consolidar la ciencia, la tecnología y la innovación en el proceso de desarrollo nacional, los propios investigadores están ideando medios innovadores para impulsar esos sectores.*

**Harold Ramkissoon y Ishenkumba A. Kahwa**

Un estudiante prepara una muela para colocar un empaste dental "observado" por un programa de simulación que puede detectar todas las incisiones y compararlas con una incisión óptima. Entre los espectadores figura la Honorable Portia Simpson Miller, Primera Ministra de Jamaica, y el Profesor Archibald McDonald, Director del Campus de Mona de la Universidad de las Indias Occidentales.

Fotografía: © Universidad de las Indias Occidentales, Campus de Mona

# 6 · CARICOM

Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Dominica, Granada, Guyana, Haití, Montserrat, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago

Harold Ramkissoon e Ishenkumba A. Kahwa

## INTRODUCCIÓN

### Bajo crecimiento y deuda elevada

La mayoría de los miembros de la Comunidad del Caribe (CARICOM) adolecen de un alto nivel de endeudamiento<sup>1</sup> (cuadro 6.1), en un contexto en el que se afanan por salir de la recesión mundial desencadenada en septiembre de 2008, que colocó a sus sistemas bancarios en una situación de tensión y dio lugar a la quiebra de una importante compañía

aseguradora<sup>2</sup> regional en 2009. Después de atender sus obligaciones de deuda, queda poco margen para que el Estado se ocupe de los imperativos socioeconómicos. En consecuencia, la mejor manera de describir el período de 2010 a 2014 es como una etapa de lento crecimiento. El PIB aumentó en torno al 1% en promedio durante dicho período, aunque el crecimiento se elevó hasta el 2,3% en 2013 y se prevé que alcance el 3% en 2014 (gráfico 6.1).

1. El ratio entre la deuda pública y el PIB aumentó en unos 15 puntos porcentuales en el Caribe de 2008 a 2010 (FMI, 2013).

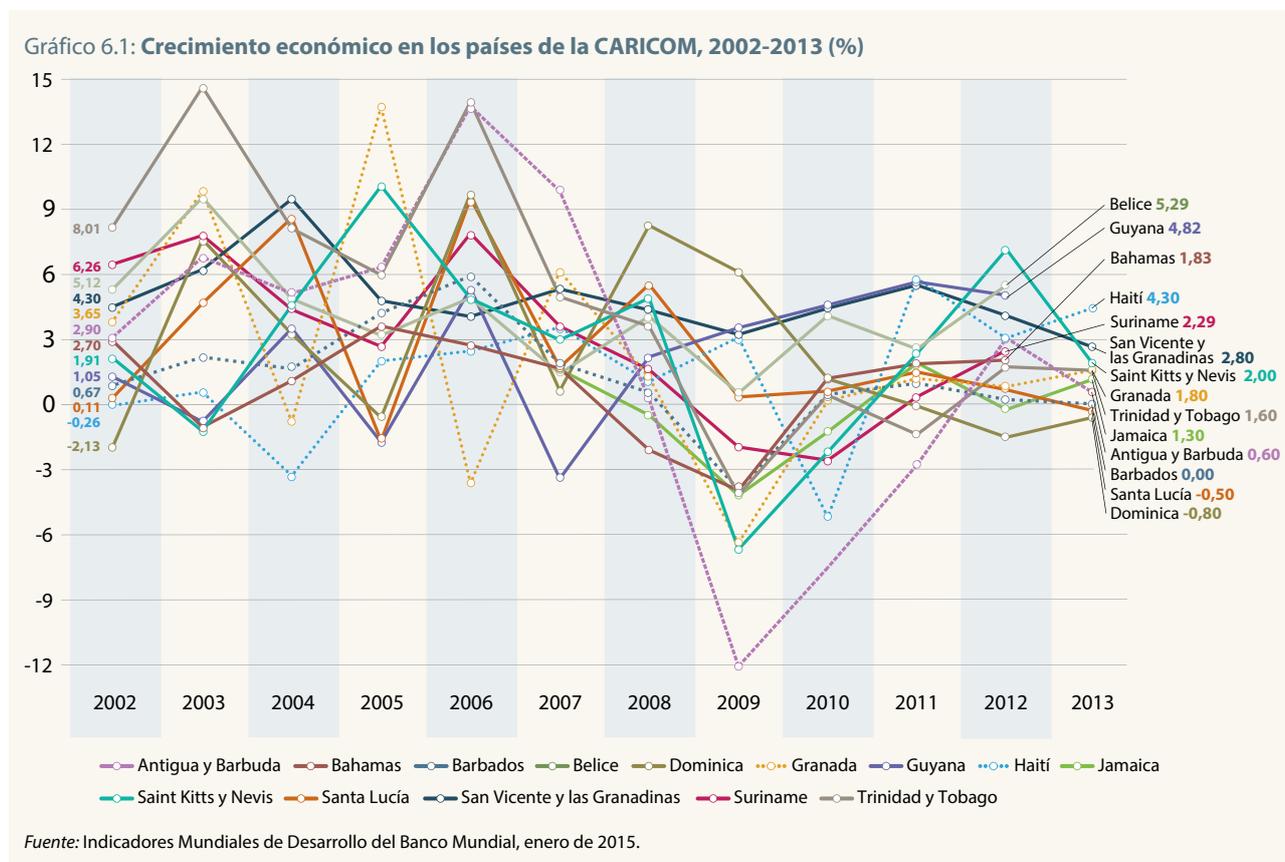
2. La región perdió cerca del 3,5% del PIB tras la quiebra del CL Financial Group en enero de 2009; este grupo de empresas aseguradoras había invertido en inmuebles y otros activos vulnerables en un entorno regulador débil. El grupo desarrolló sus actividades en todos los países de la CARICOM, salvo en Haití y Jamaica. Estaba radicado en Trinidad y Tobago, donde el PIB se contrajo hasta en un 12% (FMI, 2013).

Cuadro 6.1: Indicadores socioeconómicos de los países de la CARICOM, en 2014 o el año más cercano a este

	Población, 2014 (en miles)	Crecimiento de la población, 2014 (porcentaje anual)	PIB per cápita, 2013 (dólares estadounidenses corrientes en PPA)	Tasa de desempleo, 2013 (%)	Inflación, precios al consumidor, 2013 (%)	Ratio deuda/PIB, 2012 (%)	Remesas, 2013 (millones de dólares estadounidenses)	Sectores clave	Acceso a Internet, 2013 (%)	Suscripciones de telefonía móvil, 2013 (%)
Antigua y Barbuda	91	1,0	20 977	–	1,1	97,8	21	Turismo	63,4	127,1
Bahamas	383	1,4	23 102	13,6	0,4	52,6	–	Turismo	72,0	76,1
Barbados	286	0,5	15 566	12,2	1,8	70,4	82	Turismo	75,0	108,1
Belice	340	2,3	8 442	14,6	0,7	81,0	74	Exportación de bienes (productos agrícolas y petróleo)	31,7	52,9
Dominica	72	0,5	10 030	–	0,0	72,3	24	Turismo	59,0	130,0
Granada	106	0,4	11 498	–	0,0	105,4	30	Turismo	35,0	125,6
Guyana	804	0,5	6 551	11,1	1,8	60,4	328	Exportación de bienes y turismo	33,0	69,4
Haití	10 461	1,4	1 703	7,0	5,9	–	1 780	Agricultura	10,6	69,4
Jamaica	2 799	0,5	8 890	15,0	9,3	143,3	2 161	Exportación de bienes y turismo	37,8	100,4
Montserrat	5	–	–	–	–	–	–	Turismo	–	–
Saint Kitts y Nevis	55	1,1	20 929	–	0,7	144,9	51	Turismo	80,0	142,1
Santa Lucía	184	0,7	10 560	–	1,5	78,7	30	Turismo	35,2	116,3
San Vicente y las Granadinas	109	0,0	10 663	–	0,8	68,3	32	Turismo	52,0	114,6
Suriname	544	0,9	16 266	7,8	1,9	18,6	7	Exportación de bienes (energía, bauxita/alúmina) y turismo	37,4	127,3
Trinidad y Tobago	1 344	0,2	30 349	5,8	5,2	35,7	126 <sup>2</sup>	Exportación de bienes (energía)	63,8	144,9

Fuente: Para datos de población: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2013) *Perspectivas de la población mundial: Revisión 2012*; para el PIB y otros datos afines: Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial, febrero de 2015; para la deuda pública: Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial y FMI (2013); para las suscripciones a Internet y a líneas de telefonía móvil: Unión Internacional de Telecomunicaciones. FMI (2013); para las remesas: Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial, febrero de 2015; para el tipo de economía: CEPAL.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA



A excepción de Trinidad y Tobago, donde abundan los recursos naturales y se ha podido capear la tormenta económica hasta la fecha gracias a los altos precios de las materias primas, el desempleo se mantiene en un nivel elevado en la región. Tanto Granada como Barbados han mantenido conversaciones sobre diversos asuntos delicados con el Fondo Monetario Internacional (FMI), mientras que Jamaica ha suscrito un acuerdo con esta institución que ha dado lugar a la aplicación de ciertos ajustes dolorosos. La mayoría de los países dependen del turismo pero, como se muestra en el cuadro 6.1, las remesas de los emigrantes de la región contribuyen de manera muy significativa a la renta nacional en numerosos casos. En Haití, las remesas llegan a constituir en torno a la quinta parte del PIB.

A pesar de las limitaciones financieras, se ha realizado una considerable inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los últimos años. En Suriname, por ejemplo, el acceso a Internet pasó del 21% al 37% entre 2008 y 2013 y, en Trinidad y Tobago, del 35% al 64%. En 2013, cerca de tres cuartas partes de los habitantes de Barbados y Bahamas contaban con acceso a Internet. Las suscripciones a líneas de telefonía móvil han aumentado a un ritmo aún mayor, incluso en Haití, donde el acceso a Internet se ha estancado en una proporción inferior al 10%. Estas tendencias ofrecen nuevas oportunidades a las empresas y ayudan a los científicos a desarrollar una mayor colaboración internacional e intrarregional.

### Economías vulnerables basadas en el turismo

La frágil economía de la región, basada en el turismo, no se ha diversificado y sigue siendo vulnerable ante los caprichos de la madre naturaleza (gráfico 6.2). Por ejemplo, vientos de intensidad muy inferior a la de un huracán afectaron gravemente a las pequeñas economías de Santa Lucía, Dominica y San Vicente y las Granadinas en diciembre de 2013. En 2012, dos huracanes golpearon Haití justo cuando su economía comenzaba a recuperarse del devastador terremoto de enero de 2010, que destruyó gran parte de la capital, Puerto Príncipe, acabó con la vida de más de 230 000 personas y dejó a 1,5 millones sin hogar. En 2014, más de 60 000 personas seguían viviendo en campamentos; gran parte de la ayuda de donantes para el realojamiento se ha utilizado en la construcción de refugios temporales diseñados para durar únicamente de 3 a 5 años (Caroit, 2015).

Como se observa en el gráfico 6.3, la mayoría de los países de la CARICOM tienen al menos un 10% de probabilidades de verse afectados por un huracán cada año, e incluso las tormentas de intensidad moderada pueden reducir el crecimiento en torno al 0,5% del PIB, según el FMI (2013).

La región se enfrentaría a graves dificultades para abordar una catástrofe meteorológica de gran dimensión, razón por la que debería tomarse más seriamente la adaptación al cambio

climático. Se trata de un asunto de la máxima urgencia si se considera que el Caribe es tanto la región más dependiente del turismo en el mundo, como el destino turístico en situación de mayor riesgo entre 2025 y 2050, según el Consejo Mundial de Viajes y Turismo. Con sede en Belice, el Centro para el Cambio Climático de la Comunidad del Caribe (CCCCC) ha recibido el mandato de la CARICOM de<sup>3</sup>:

Integrar las estrategias de adaptación al cambio climático en las agendas de desarrollo sostenible de los Estados de la CARICOM;

Promover la aplicación de medidas de adaptación específicas para abordar vulnerabilidades esenciales en la región;

Promover acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la reducción y la conservación de combustibles fósiles, y el cambio a fuentes de energía renovables y más limpias;

Fomentar las acciones encaminadas para atenuar la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos en los países de la CARICOM frente al impacto del cambio climático;

Promover acciones dirigidas a obtener beneficios sociales, económicos y medioambientales de la gestión prudente de los bosques existentes en los países de la CARICOM.

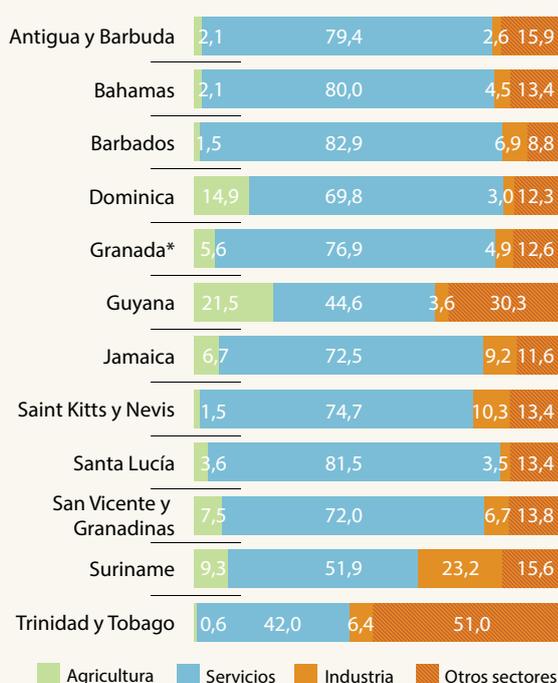
La CCCCC ha elaborado un plan de ejecución para 2011-2021, y ha realizado trabajos para la evaluación y el refuerzo de capacidades en materia de atenuación del cambio climático y estrategias de desarrollo resilientes. Esta labor ha contado con el apoyo de diversos especialistas de la región, que han elaborado modelos relativos al cambio climático y los procesos de atenuación en los Estados del Caribe, y desempeñan un importante papel de asesoramiento en las divisiones de los ministerios competentes en el terreno del cambio climático, como el Ministerio del Agua, el Territorio, el Medio Ambiente y el Cambio Climático de Jamaica, un ministerio cuyo mandato ha sido debidamente ampliado<sup>4</sup>.

Entre tanto, los elevados costos de la energía repercuten negativamente en la competitividad económica y el coste de la vida (gráfico 6.4). En 2008, se dedicaron más de 14 000 millones de dólares estadounidenses a la importación de combustibles fósiles que, según se estima, proporcionan más del 90% de la energía consumida en los países de la CARICOM.

3. Véase: [www.caribbeanclimate.bz/ongoing-projects/2009-2021-regional-planning-for-climate-compatible-development-in-the-region.html](http://www.caribbeanclimate.bz/ongoing-projects/2009-2021-regional-planning-for-climate-compatible-development-in-the-region.html).

4. Véase: [www.mwh.gov.jm](http://www.mwh.gov.jm).

Gráfico 6.2: PIB por sector económico en los países de la CARICOM, 2012

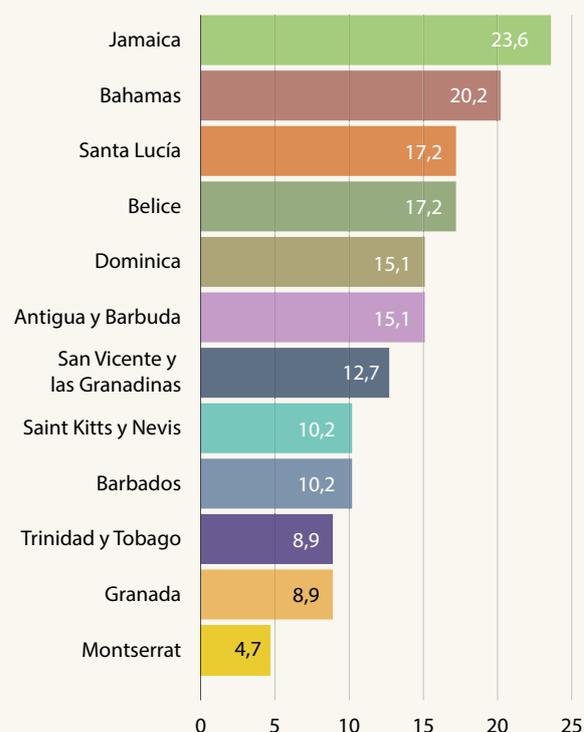


\*En el caso de Granada, los datos corresponden a 2011.

Nota: No existen datos disponibles para Haití y Montserrat.

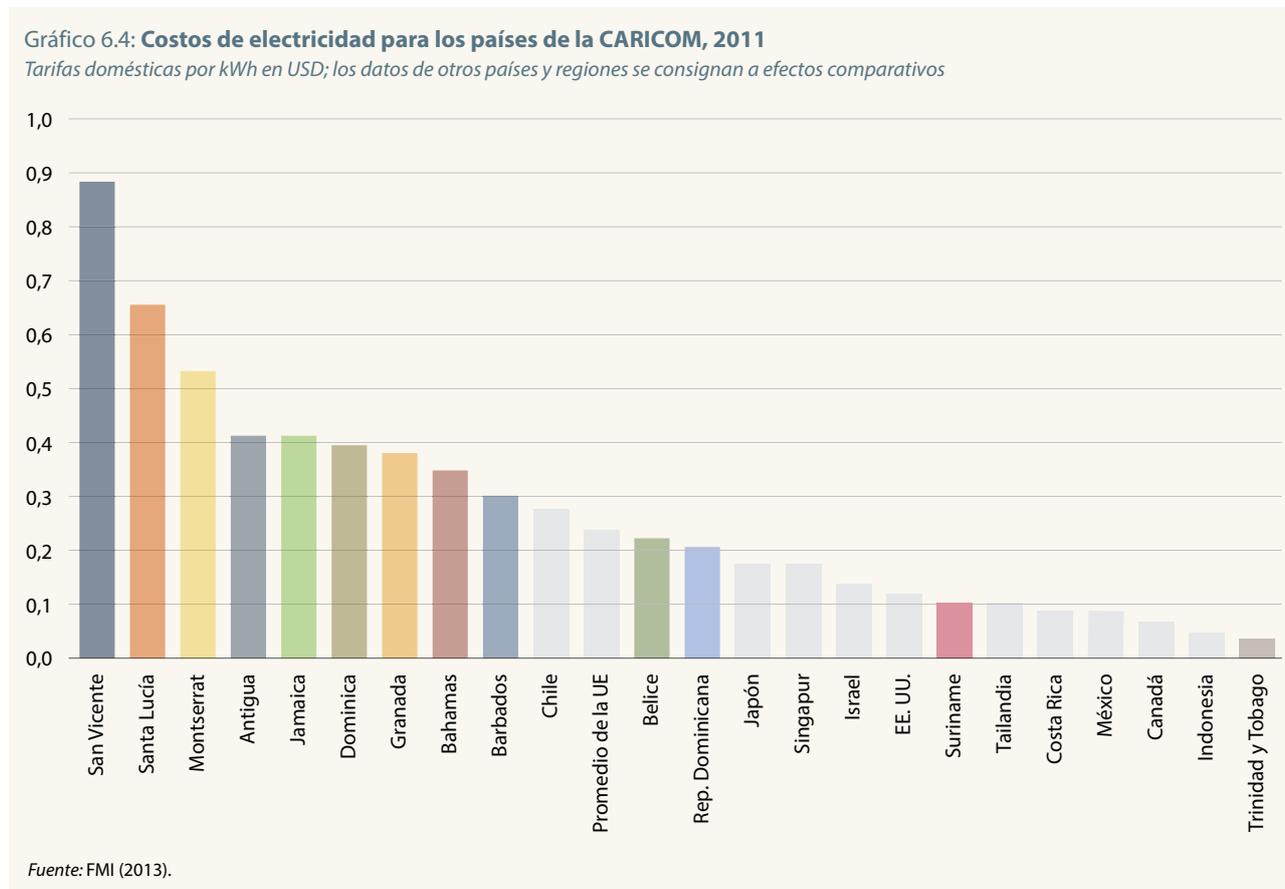
Fuente: Banco Mundial; Indicadores Mundiales de Desarrollo, septiembre de 2014.

Gráfico 6.3: Probabilidad de que un huracán afecte a países caribeños en un año determinado, 2012 (%)



Fuente: FMI (2013).

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA



La maquinaria necesaria para generar electricidad basada en este tipo de combustibles también es obsoleta, ineficiente y cara de utilizar. Consciente de esta vulnerabilidad, la CARICOM ha formulado una Política Energética (CARICOM, 2013), aprobada en 2013, así como una *Hoja de ruta y Estrategia del Caribe sobre Energía Sostenible* (Caribbean Sustainable Energy Roadmap and Strategy, C-SERMS), que la complementa. Con arreglo a dicha Política, las fuentes de energía renovables deberán contribuir en un 20% a la combinación total de energías para la generación de electricidad en los Estados Miembros para 2017, en un 28% en 2022, y en un 47% en 2027. Se está desarrollando actualmente un instrumento de políticas similar para el sector del transporte.

Las partes interesadas asistieron a un foro sobre movilización de recursos para la primera fase de la C-SERMS en julio de 2013. El foro lo organizó la Secretaría de la CARICOM, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ). Desde entonces, el BID ha otorgado a la Universidad de las Indias Occidentales (UWI) una subvención de más de 600 000 dólares estadounidenses para el desarrollo de capacidades en el ámbito de las tecnologías energéticas sostenibles en toda la región. Un área de interés es la utilización de las TIC en la gestión de la energía y la formación en tecnologías energéticas sostenibles, haciendo hincapié en el fomento

de la implicación de las mujeres en estas actividades. La participación de gigantes energéticos como General Electric, Philips y Scottish Development Corporation constituye un buen augurio para la transferencia de tecnología. La región cuenta con grandes posibilidades en el terreno de la energía hidroeléctrica, geotérmica, eólica y solar que, si se aprovechan de manera intensiva (y no esporádica, como en la actualidad), podrían propiciar un enorme avance en la resiliencia energética de los países de la CARICOM. Algunos de estos recursos se explotan en el presente en una medida limitada. Uno de los problemas relativos a la generación de electricidad basada en fuentes de petróleo consiste en que la maquinaria de la región es obsoleta, ineficiente y cara de utilizar. Para abordar este problema, Jamaica ha aprobado la construcción de nuevas plantas de generación de electricidad a partir de gas.

Los esfuerzos de los países de la CARICOM por adoptar tecnologías energéticas sostenibles contribuyen a la implementación del Programa de Acción para el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo. Este programa, adoptado por primera vez<sup>5</sup> en Barbados en 1994, se actualizó en Mauricio en 2005 y, nuevamente, en Samoa en 2014.

5. Véase: [www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/sids](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/sids).

### La unión hace la fuerza: la necesidad de desarrollar el regionalismo

El Caribe corre el riesgo de quedar rezagado, a menos que pueda adaptarse a una economía mundial cada vez más impulsada por el conocimiento y sujeta en su conformación a fenómenos convergentes. El primero de estos fenómenos es la débil recuperación posterior a la crisis de los países desarrollados, y la desaceleración del crecimiento de los países en desarrollo, que obliga a las economías caribeñas a reducir su dependencia de los mercados tradicionales y las fuentes de capital extranjero. El segundo fenómeno consiste en la “fluidificación” de los mercados, impulsada por el avance de las TIC, la manufactura y la automatización, así como por la reducción de las barreras comerciales y los costes de transporte. Esta evolución anima a las empresas de todo el mundo a distribuir su capacidad de producción entre diversos emplazamientos, con el fin de crear cadenas de generación de valor globales: así, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo estima que el 80% de las exportaciones mundiales de bienes y servicios se producen actualmente mediante los intercambios entre compañías multinacionales. Tales acontecimientos, a su vez, han dado lugar a un cuarto fenómeno, a saber, la creación de megamercados, como el acuerdo regional de libre comercio propuesto, al que se conoce como Acuerdo de Asociación Transpacífico, en el que participan países de América del Norte y América Latina, Asia y el sur del Pacífico<sup>6</sup> (CARICOM, 2014).

¿Dónde encaja el Caribe en este nuevo panorama mundial? Como señaló Ralph Consalves, Primer Ministro de San Vicente y las Granadinas y ex Presidente de la CARICOM, en el 40º aniversario de esta institución celebrado en 2013, “es evidente para todas las personas responsables y de buen juicio que a nuestra región le resultará mucho más difícil hacer frente a sus inmensos desafíos actuales y futuros si sus gobiernos y ciudadanos no adoptan un regionalismo más maduro y profundo”.

El *Plan Estratégico para la Comunidad del Caribe: 2015-2019* (Strategic Plan for the Caribbean Community: 2015-2019) es la respuesta de la CARICOM a los fenómenos descritos anteriormente (CARICOM, 2014). Dicho Plan, el primero de su clase en la región, se propone reposicionar al Caribe en una economía mundial cada vez más volátil. El objetivo general es doble: estimular la capacidad productiva de las empresas nacionales y corregir el desajuste actual entre la formación y las destrezas y los conocimientos especializados que requiere el mercado, con el fin de impulsar el crecimiento y combatir los crecientes niveles de desempleo, en particular, en el caso

de los jóvenes. En el plan se esbozan estrategias de fomento de la innovación y la creatividad, el emprendimiento, la alfabetización digital y la integración, y para procurar el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles.

Un objetivo fundamental es reforzar la resiliencia socioeconómica, tecnológica y medioambiental del Caribe. Con la excepción de Guyana, Suriname y Trinidad y Tobago, que cuentan con importantes reservas de hidrocarburos y minerales, la mayoría de los Estados son pequeños, con recursos naturales demasiado limitados para sostener un rápido desarrollo económico. Por tanto, tendrán que buscar otras vías para la creación de riqueza. Los dos factores capacitadores clave identificados en el Plan para mejorar la resiliencia del Caribe son una política exterior común, encaminada a movilizar los recursos de manera efectiva, y la I+D y la innovación. El *Plan Estratégico para la Comunidad del Caribe: 2015-2019* propone el uso de la promoción para movilizar fondos destinados a la I+D empresarial y obtenidos de fuentes públicas y privadas, la creación de un entorno legislativo propicio para la I+D y la innovación, la determinación de oportunidades para la cooperación, y la formulación de programas nacionales desarrollados en los centros docentes que impulsen, faciliten y recompensen la I+D y la innovación.

La estrategia se centra en las siguientes áreas para impulsar el crecimiento económico:

Sectores creativos, en la industria y los servicios, haciendo especial hincapié inicialmente en el turismo;

Recursos naturales y productos de valor añadido, promoviendo la integración de la producción;

Agricultura y pesca y desarrollo de la exportación, con el fin de reducir la dependencia de las importaciones de alimentos y fomentar la pesca sostenible mediante la mejora de la gestión cooperativa y la conservación y el desarrollo de la acuicultura;

Movilización de recursos;

TIC;

Infraestructuras y servicios de transporte aéreo/marítimo, al objeto de facilitar la movilidad de bienes y servicios y fomentar la competitividad global;

Eficiencia energética, diversificación y reducción de costos, incluido el desarrollo de energías alternativas para cumplir el objetivo de la CARICOM de contar con un 20% de fuentes renovables para 2017, facilitando a tal efecto la creación de asociaciones de entidades públicas y privadas, de acuerdo con la Política Energética de la CARICOM de 2013 y su complemento, la *Hoja de Ruta y Estrategia del Caribe sobre Energía Sostenible* (C-SERMS).

6. Los países que participan en las negociaciones han sido hasta la fecha Australia, Brunei Darussalam, el Canadá, Chile, los Estados Unidos de América, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, el Perú, Singapur y Viet Nam.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Cuadro 6.2: **Visión general de la gobernanza de la CTI en los países de la CARICOM, 2015**

<b>Antigua y Barbuda</b>	Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología							
<b>Suriname</b>	Ministerio de Trabajo y Desarrollo Tecnológico							
<b>Dominica</b>	Ministerio de Información, Ciencia, Telecomunicaciones y Tecnología	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología						
<b>Bahamas</b>	Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología	Comisión de Medio Ambiente, Ciencia y Tecnología de Bahamas	Plan nacional de desarrollo "Visión 2040" (en preparación)					
<b>Granada</b>	Ministerio de Comunicaciones, Obras Públicas, Desarrollo Físico, Servicios Públicos y TIC	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	<i>Plan Nacional de Desarrollo Estratégico</i> (2007)	Transformación nacional a través de la innovación, la creatividad y la empresa				
<b>San Vicente y Granadinas</b>	Ministerio de Asuntos Exteriores, Comercio Exterior y Tecnología de la Información	Centro Nacional de Innovación Tecnológica, Inc.	<i>Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social 2013-2025</i> (2013)	Mejorar la calidad de vida para todos				
<b>Barbados</b>	Ministerio de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	<i>Plan Estratégico 2006-2025</i>	Una sociedad plenamente desarrollada, socialmente justa y competitiva a escala mundial	Concurso nacional de innovación (2003), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología			
<b>Santa Lucía</b>	Ministerio de Desarrollo Sostenible, Energía, Ciencia y Tecnología	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	Visión nacional en preparación	Creación de empleo con arreglo al principio de "live local – work local" (vivir y trabajar en el ámbito local), y a través del desarrollo turístico	Premio del Primer Ministro a la innovación; Cámara de Comercio, Industria y Agricultura	En preparación		
<b>Belice</b>	Ministerio de Energía, Ciencia y Tecnología y Servicios Públicos	Consejo de Política de Ciencia del Primer Ministro	<i>Visión Horizonte 2030</i> (2010-2030)	Resiliencia, desarrollo sostenible y alta calidad de vida para todos		Sí, 2012	Energía y desarrollo de capacidades en CTI	
<b>Guyana</b>	Oficina del Presidente	Consejo Nacional de Investigación Científica	<i>Estrategia de Desarrollo Nacional</i> (1997)	Reforzar la capacidad nacional para emprender programas de desarrollo		Sí, 2014	Apoyo a la programación del desarrollo en diversos sectores	
<b>Trinidad y Tobago</b>	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Enseñanza Superior	Instituto Nacional de Enseñanza Superior, Investigación, Ciencia y Tecnología	<i>Visión 2020</i> (2002)	Estatus de país desarrollado para 2020	Premios del Primer Ministro al ingenio científico (2000)	Sí, 2000	Fomento de la competitividad industrial y el desarrollo humano	
<b>Jamaica</b>	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Energía y Minería	Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología	<i>Visión 2030</i> (2009)	Estatus de país desarrollado para 2030	Premios nacionales a la innovación (2005); Consejo de Investigación Científica	Sí, 1960	Aprovechamiento efectivo de los recursos naturales	Hoja de ruta sobre CTI (2012)
	<b>Organismo responsable de la política de CTI</b>	<b>Otros organismos competentes</b>	<b>Documento de planificación estratégica (año de adopción)</b>	<b>Objetivo principal del documento de planificación</b>	<b>Premio nacional (año) y órgano responsable</b>	<b>Política de CTI (año de adopción)</b>	<b>Prioridades en materia de I+D de la política de CTI</b>	<b>Plan de actuación y ejecución en materia de CTI</b>

Fuente: Compilado por los autores.

## TENDENCIAS EN LA GOBERNANZA DE LA CTI

### El plan de la CARICOM refleja las aspiraciones nacionales

En 2015 deben celebrarse elecciones en ocho países de la CARICOM, y en el resto, entre 2016 y 2019, con arreglo a los respectivos ordenamientos constitucionales. Si los resultados de las elecciones no dan lugar a que se deje de lado el *Plan Estratégico para la Comunidad del Caribe: 2015-2019* y este se ejecuta plenamente, debería proporcionar un marco adecuado para el desarrollo de la CTI en la región.

Lo importante aquí es que las aspiraciones colectivas recogidas en el *Plan Estratégico* hasta 2019 se asemejen a las de los principales planes nacionales. Por ejemplo, *Visión 2020* (2002) de Trinidad y Tobago, *Visión 2030* (2009) de Jamaica y el *Plan Estratégico* de Barbados para 2005-2025 comparten la aspiración común de lograr el desarrollo socioeconómico, la seguridad, la resiliencia frente a las crisis medioambientales y el compromiso con la CTI para mejorar el nivel de vida. Al igual que el *Plan Estratégico para la Comunidad del Caribe*, estos planes nacionales otorgan una enorme importancia a la CTI para la materialización de tales aspiraciones.

El Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo (MANUD) ha complementado estos esfuerzos. Existen cinco programas nacionales del MANUD dirigidos respectivamente a Jamaica, Trinidad y Tobago, Guyana, Belice y Suriname, así como otro de carácter subregional para Barbados y los miembros de menor tamaño de la CARICOM agrupados en la Organización de los Estados del Caribe Oriental (Kahwa *et al.*, 2014). Los programas del MANUD han utilizado documentos de planificación estratégica nacional para formular planes de acción acordes con las prioridades nacionales, a través de un proceso consultivo a escala nacional.

Antigua y Barbuda, las Bahamas, Belice, Jamaica, Santa Lucía, Guyana y Trinidad y Tobago han articulado sus políticas de CyT o han identificado y establecido como objetivo determinadas áreas prioritarias, como la de las TIC. En estos países, existe una comisión nacional o un ministerio/departamento competente en materia de ciencia y tecnología, y Belice<sup>7</sup> cuenta además con un Consejo de Asesores Científicos del Primer Ministro (cuadro 6.2).

Algunos países han elaborado una hoja de ruta sobre CTI, como Jamaica. Esta hoja de ruta se basa en el consenso nacional recogido en la *Visión 2030* de Jamaica y sitúa a la CTI en un lugar central de las iniciativas de desarrollo

nacional. Impulsó la elaboración de esta hoja de ruta la necesidad, identificada en la reforma del sector público de Jamaica, de una consolidación operativa de las instituciones de I+D de la Administración o que reciben financiación pública, con el fin de lograr mejoras de la eficiencia y acelerar la innovación para allanar el camino a la consecución del estatus de país desarrollado en 2030.

### La necesidad urgente de ordenar la investigación y la innovación

Como se reconoce en el *Plan Estratégico para la Comunidad del Caribe: 2015-2019*, en la hoja de ruta de Jamaica sobre CTI y en un informe encargado por la Oficina de Kingston de la UNESCO (Kahwa *et al.*, 2014), la política de CTI en la región necesita con urgencia:

- Una recopilación sistemática de datos sobre CTI y un análisis cuantitativo para fundamentar la formulación de políticas;
- Una toma de decisiones, así como un desarrollo y ejecución de políticas de CTI, basados en datos contrastados;
- La catalogación de las políticas de CTI existentes, los marcos jurídicos relacionados y el impacto de éstos en todos los sectores económicos nacionales y regionales.

En noviembre de 2013, la UNESCO publicó un informe sobre la investigación y la innovación en la República de Botswana (*Mapping Research and Innovation in the Republic of Botswana*), el primero de una serie de informes en los que se describe la situación de la CTI en cada país, mediante análisis de datos y sectoriales, combinados con un inventario de las instituciones relevantes, el marco jurídico vigente y los instrumentos de política nacionales (UNESCO, 2013). Al ofrecer un análisis de la situación pormenorizado, estos ejercicios de catalogación ayudan a los países a formular estrategias basadas en datos contrastados con el fin de corregir las debilidades estructurales y mejorar el seguimiento de sus sistemas nacionales de innovación. Este tipo de ejercicio de clasificación es justo lo que el Caribe necesita. Sin un conocimiento riguroso similar de la situación y el potencial de la CTI en sus respectivos países, los gobiernos caribeños avanzarán sin un rumbo definido. Según Kahwa *et al.* (2014), el deficiente conocimiento actual del entorno de la CTI en el Caribe se ve agravado por las debilidades en la capacidad institucional en materia de investigación y la inadecuación de la recogida, el análisis y el almacenamiento de datos esenciales, incluidos los relativos a los indicadores de rendimiento.

### Falta de datos sobre la CTI: un problema persistente

Ya en 2003, la Oficina Subregional para el Caribe de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL) señaló la persistente escasez de

7. Véase: [www.pribelize.org/PM-CSA-Web/PM-CSA-Statement-Members.pdf](http://www.pribelize.org/PM-CSA-Web/PM-CSA-Statement-Members.pdf).

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

indicadores de la CTI para el Caribe, además del impacto negativo que esta deficiencia ejercía en el desarrollo de políticas, la planificación económica y la capacidad de los Estados caribeños para evaluar y abordar eficazmente los desafíos que requieren una aplicación innovadora de la CTI. El mismo año, la CEPAL abordó la laguna existente en el terreno de los indicadores de CTI mediante la elaboración de un manual para la compilación de estos indicadores en el Caribe (*Manual for the Compilation of Science and Technology Indicators in the Caribbean*)<sup>8</sup>.

El Instituto de Estadística de la UNESCO ha publicado asimismo diversas guías para los países en desarrollo, y la más reciente es la *Guía para realizar una encuesta de I+D: dirigida a los países que inician sus mediciones de investigación y desarrollo experimental*<sup>9</sup> (2014). En 2011, el Instituto de Estadística de la UNESCO organizó un seminario de formación en Granada con el fin de ayudar a los países de la CARICOM a responder a las encuestas de datos sobre CTI, ateniéndose en todo caso a las normas internacionales. A pesar de los esfuerzos por parte de la UNESCO y la CEPAL, Trinidad y Tobago seguía siendo el único país de la CARICOM que facilitaba datos sobre I+D en 2014.

Según la CEPAL, la recopilación y el análisis de los indicadores de rendimiento en materia de CTI siguen constituyendo un reto para el Caribe, a pesar de la existencia de organismos competentes, ya que esta tarea no suele incluirse en su mandato. Entre tales organismos figuran:

Consejo de Investigación Científica de Jamaica (est. 1960), una agencia del Ministerio de Industria, Tecnología, Energía y Comercio, que cuenta con una filial denominada Marketech Limited, y una subdivisión, el Food Technology Institute;

El Instituto de Investigación Industrial del Caribe en Trinidad y Tobago (est. 1970);

Instituto de Ciencia y Tecnología Aplicadas (antiguo Centro Nacional de Investigación Científica) en Guyana (est. 1977), "objeto actualmente de un proceso de reanimación tras un largo período de declive", según su sitio web.

No queda claro por qué Trinidad y Tobago es el único país de la CARICOM que proporciona datos sobre I+D, pero es posible que existan deficiencias en la recogida de los datos. En Jamaica, la Universidad de las Indias Occidentales ha constituido una alianza con la Asociación de Fabricantes de Jamaica al objeto de determinar la naturaleza y el nivel de la actividad de I+D, así como las necesidades insatisfechas, al

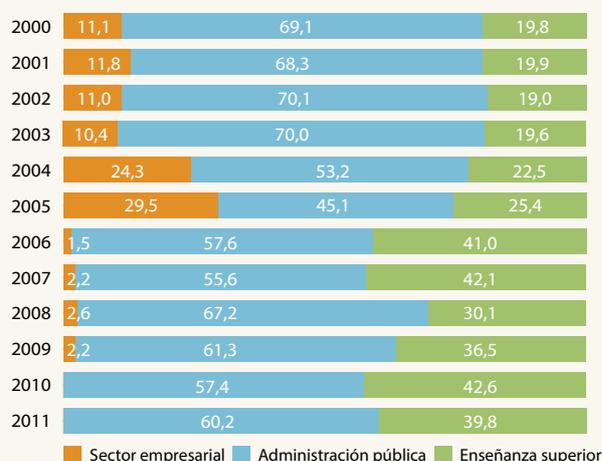
menos en el sector manufacturero. La recogida de datos se inició en 2014. Está previsto extender el estudio a Trinidad y Tobago, donde los recientes informes sobre la actividad de I+D en las empresas no resultan alentadores. Según los datos, la I+D empresarial ha disminuido notablemente en los últimos años (gráfico 6.5). Tal caída puede tener algo que ver con el descenso de la actividad de I+D en el sector azucarero.

## Insuficiencia crónica de la inversión en I+D

El lento crecimiento económico en el Caribe en los últimos años ha contribuido en escasa medida a impulsar la CTI, o a reforzar su aportación a la resolución de los desafíos económicos. Incluso Trinidad y Tobago, en situación económica más desahogada, gastó únicamente un 0,05% del PIB en investigación y desarrollo (I+D) en 2012.

En cualquier caso, la insuficiencia de la inversión en I+D no representa una novedad. Ya en 2004, el Vicecanciller de la Universidad de las Indias Occidentales, el profesor E. Nigel Harris, lamentó en su discurso inaugural que "si no invertimos en ciencia y tecnología, no vamos a superar las barreras en el terreno del desarrollo sostenible, y corremos incluso el riesgo de perecer en las trincheras del subdesarrollo". En aquel momento, Trinidad y Tobago disfrutaba de un holgado crecimiento económico del 8% anual, que incluso alcanzó dos años después un nivel máximo cercano al 14%; y a pesar de ello, el país dedicó únicamente el 0,11% del PIB a I+D en 2004, e incluso menos (0,06%) en 2006. Por lo tanto, el desempeño económico deficiente por sí solo no puede explicar el compromiso extremadamente escaso de los gobiernos de la CARICOM con la CTI.

Gráfico 6.5: GBID por sector de desempeño en Trinidad y Tobago, 2000-2011



Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO.

8. Véase: [www.cepal.org/publicaciones/xml/3/13853/G0753.pdf](http://www.cepal.org/publicaciones/xml/3/13853/G0753.pdf).

9. Véase: [www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Pages/guide-to-conducting-rd-surveys.aspx](http://www.uis.unesco.org/ScienceTechnology/Pages/guide-to-conducting-rd-surveys.aspx).

### La necesidad de una cultura de investigación más dinámica

Uno de los mayores retos a los que se enfrentan los países de la CARICOM consiste en la necesidad de desarrollar una cultura de la investigación más dinámica y extendida. Aunque, indudablemente, existen ciertos focos de excelencia, es necesario animar a más personas a seguir su pasión por la investigación. Los propios científicos han de dar un salto cualitativo y pasar de hacer “buena” ciencia, a llevar a cabo una “gran” ciencia.

A pesar de la financiación limitada, la Academia Caribeña de Ciencias (est. 1988) hace cuánto está en su mano para ofrecer a los científicos de la CARICOM una exposición internacional, organizando conferencias bienales para mostrar las investigaciones emprendidas en la región. También colabora estrechamente con organismos afines, como la Red Interamericana de Academias de Ciencias y el Grupo Interacadémico.

El Consejo Intergubernamental del Caribe para la Ciencia y la Tecnología también hace lo que puede para apoyar a los científicos de la región, pero sigue adoleciendo de las “dificultades operativas” identificadas en 2007 (Mokhele, 2007). No se han materializado los recursos humanos y financieros necesarios para alcanzar los objetivos del Consejo.

Un avance alentador consiste en la recuperación de los galardones nacionales a la innovación, en los que los concursantes compiten por los premios y la atención de los inversores, el capital riesgo y las oportunidades de desarrollo de nuevos productos a cargo de investigadores académicos y otras partes interesadas. Estos concursos han tenido lugar<sup>10</sup> en Jamaica, Barbados y Trinidad y Tobago. Los innovadores se los toman en serio, y la exposición y el premio en metálico (entre 2 500 y 20 000 dólares estadounidenses en Jamaica, dependiendo de los fondos disponibles) parecen constituir un buen incentivo. A menudo, diversos líderes de prestigio se encargan de entregar los premios en galas elegantes.

### Para desarrollar la excelencia, hay que centrarse en los jóvenes

La Academia Mundial de Ciencias (TWAS) cuenta con una oficina regional para América Latina y el Caribe que otorga cinco premios anuales a los científicos más destacados de la región. Ninguno de los galardonados hasta la fecha procede del Caribe. La TWAS también identifica a los cinco principales científicos jóvenes de la región cada año y, por el momento, solo se ha distinguido a uno procedente del área del Caribe. Por tanto, aún queda un trecho por recorrer en el camino hacia la excelencia.

10. En Barbados, el Concurso nacional de innovación (establecido en 2003) lo gestiona el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología. En Jamaica, el Consejo de Investigación Científica administra los Premios nacionales de innovación en la ciencia y la tecnología, establecidos en 2005.

Lo esencial en esta coyuntura es centrarse en nuestros investigadores jóvenes. El Ministerio de Desarrollo Juvenil y Deportes de Santa Lucía ha tomado conciencia de la situación. Dirige un Programa nacional de premios a la juventud entre los que figura un galardón a los jóvenes que destacan en el terreno de la innovación y la tecnología.

Los investigadores jóvenes también se han convertido en una prioridad para dos de las cuatro organizaciones regionales del Caribe, la *Caribbean Science Foundation* y la *Cariscience*.

Cariscience consiste en una red de científicos establecida en 1999 como ONG afiliada a la UNESCO. Sigue siendo la principal entidad de impulso en este terreno en la región. En los últimos cuatro años, ha organizado varias conferencias dirigidas a jóvenes científicos, además de una serie de conferencias públicas y escuelas de verano para estudiantes preuniversitarios en áreas de vanguardia como la genética y la nanociencia. En 2014, Cariscience amplió su ámbito de actuación mediante la organización de un seminario de formación sobre emprendimiento tecnológico para el Caribe en Tobago, en el que el Centro Internacional de Cooperación Sur-Sur en el ámbito de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (ISTIC<sup>11</sup>) en Malasia actuó como asociado estratégico. Cabe destacar que el discurso inaugural lo pronunció el Dr. Keith Mitchell, Primer Ministro de Granada, y responsable asimismo de ciencia y tecnología (CyT) en la CARICOM.

La Caribbean Science Foundation se constituyó en 2010. Ha elegido el camino novedoso de convertirse en una empresa privada<sup>12</sup> con su Consejo de Administración correspondiente. A pesar de su breve existencia, ha puesto en marcha ya dos programas, centrados en la tarea de exponer a estudiantes de talento a la innovación y la resolución de problemas.

El primero de ellos es el Programa de Estudiantes para la Innovación en la Ciencia y la Ingeniería (SPISE), en cuyo marco se organiza una escuela de verano intensiva de cuatro semanas de duración y periodicidad anual, dirigida a estudiantes de enseñanza secundaria con talento e interés en las ciencias y la ingeniería. El programa se introdujo en 2012 y ha gozado de un éxito notable.

El segundo programa es el denominado Sagikor Visionaries Challenge, patrocinado conjuntamente por la Caribbean Science Foundation, Sagikor Life Inc., una empresa caribeña

11. ISTIC se constituyó en 2008 y desarrolla sus actividades bajo los auspicios de la UNESCO.

12. Inicialmente se previó que la Caribbean Science Foundation se centrara fundamentalmente en el fomento de los vínculos entre la universidad y la empresa. Sin embargo, la mayoría de las empresas de los países de la CARICOM carecen de una unidad de I+D, o ni siquiera invierten en este campo. Las economías siguen siendo esencialmente mercantiles. Cambiar esta cultura llevará tiempo, y por este motivo la Fundación se centra, entre tanto, en la juventud.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

que ofrece servicios financieros y el *Caribbean Examinations Council*. El Sagcor Visionaries Challenge imparte seminarios de incentivación en escuelas de enseñanza secundaria para que los alumnos y sus profesores intercambien ideas sobre innovación y las vías de mejora de la enseñanza de los temas científicos y las matemáticas. El objetivo es animar a los alumnos a desarrollar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles a los retos que afrontan. El programa incluye servicios de tutoría y la organización de concursos.

### Una mejor coordinación debe evitar la duplicación

Si bien cuatro parece un número adecuado de organizaciones regionales para atender a una población de unos siete millones de personas, en general, no se han coordinado sus actividades hasta la fecha, a pesar de que este tipo de gestión evitaría la duplicación y mejoraría la cooperación. Tal situación llevó al Dr. Keith Mitchell a poner en marcha el Comité de Ciencia, Tecnología e Innovación de la CARICOM en enero de 2014. El Comité recibió el mandato de colaborar con los organismos regionales existentes en lugar de competir con ellos. Sus objetivos son:

Identificar y priorizar las áreas de interés en el ámbito de la ciencia y la ingeniería para el desarrollo regional;

Formular proyectos;

Colaborar estrechamente con todos los organismos regionales que vayan a ejecutar los proyectos;

Contribuir a la consecución de fondos para los proyectos; y

Asesorar al primer ministro responsable de CyT en la CARICOM.

Actualmente forman el Comité seis miembros, además de un representante de los científicos de la región en el exterior, procedente del Instituto Tecnológico de Massachusetts en los Estados Unidos de América. El Comité tiene previsto celebrar una reunión ministerial de alto nivel en 2015.

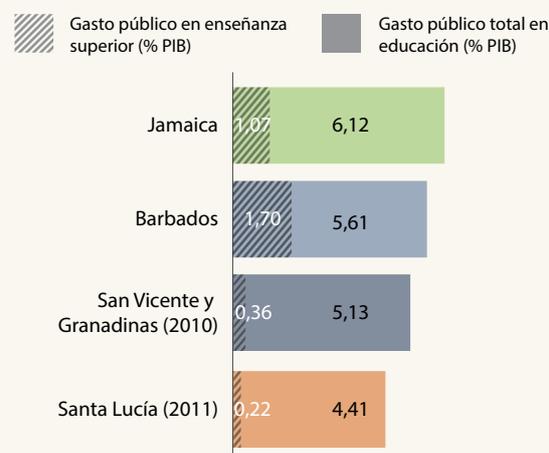
## TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR

### Un compromiso poco firme con la enseñanza superior

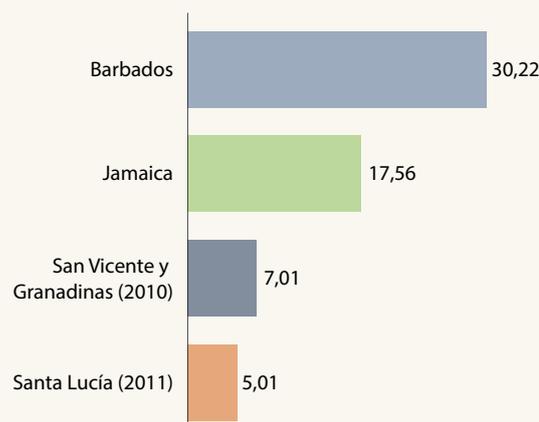
Los países de la CARICOM dedican entre el 4% y el 6% del PIB a la educación, de acuerdo con los datos disponibles (gráfico 6.6). Los que cuentan con universidades a las que deben proporcionar ayudas tienden a gastar más que los que no disponen de tales centros. Este nivel de gasto es similar al del Brasil (5,8%), Francia (5,7%), Alemania (5,1%) y Sudáfrica (6,6%).

El gasto en enseñanza superior se ha convertido en una cuestión controvertida; se argumenta que resulta cara y absorbe una elevada proporción del presupuesto educativo (18% en Jamaica y 30% en Barbados), a costa de la educación infantil y secundaria. Al reequilibrar su gasto en educación, el

Gráfico 6.6: Gasto público en educación, 2012 o el año más cercano a este



Enseñanza superior como proporción del gasto total en educación (%)



Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO.

Gobierno de Jamaica ha recortado sus ayudas a la Universidad de las Indias Occidentales, que ha reaccionado generando por sí misma más del 60% de sus ingresos en el curso académico de 2013/2014. Barbados avanza en la misma dirección, a pesar de la oposición interna, y se prevé que Trinidad y Tobago seguirán su ejemplo.

### Campus de Mona: una historia de éxito

De los cuatro campus de la Universidad de las Indias Occidentales, el de Mona en Jamaica ha demostrado el mayor grado de resiliencia. Es pionero en la puesta en práctica de mecanismos de financiación innovadores para la educación terciaria: en 1999/2000, los 17 gobiernos caribeños contribuyentes aportaron cerca del 65% de los ingresos del campus; en 2009/2010, tal proporción se había reducido al 50% y en 2013/2014, al 34%. El Campus de Mona ha desarrollado medidas de contención de costos y nuevos flujos de ingresos

basados en la aplicación de tasas de matrícula complementarias para programas de enseñanza de alta demanda como los de medicina (desde 2006), derecho (2009) e ingeniería (2012), así como diversas actividades comerciales como la externalización de procesos operativos y los honorarios obtenidos de la prestación de servicios.

El campus ha podido destinar el 4,3% de sus ingresos a las ayudas a alumnos, y más del 75% de esa cantidad se destina a los estudiantes de medicina desfavorecidos. El campus dedica entre el 6% y el 8% de los ingresos anuales a la I+D. Aunque se trata de una cantidad modesta comparada con las universidades norteamericanas, que destinaron entre el 18% y el 27% de sus ingresos a la I+D, debería potenciar los esfuerzos de Jamaica dedicados a desarrollar un sistema nacional de innovación eficaz. La creación de una unidad de movilización de recursos, a saber, la Oficina de Investigación e Innovación de Mona, debe facilitar al campus la tarea de obtener financiación mediante subvenciones externas, y de comercializar la innovación que se derive de su programa de I+D. El Campus de Mona ha participado asimismo en asociaciones de entidades públicas y privadas encaminadas a abordar los retos existentes en materia de infraestructura, y son buenos ejemplos de esta actividad la reciente construcción de un centro para el alojamiento de estudiantes y el desarrollo de recursos para el suministro de agua potable. Estos trabajos han convertido al campus en una institución más viable y competitiva que hace una década, lo que constituye una verdadera historia de éxito.

### La marginación de las mujeres a medida que escalan en el ámbito profesional

Un problema que sigue aquejando a la región es el número desproporcionadamente pequeño de mujeres que alcanzan los niveles más elevados del ámbito académico. Este fenómeno resulta evidente en la Universidad de las Indias Occidentales, donde la proporción de mujeres disminuye a medida que se eleva la escala profesional desde las categorías académicas básicas como la de profesor, donde son mayoría, a las de profesor titular y catedrático, donde se encuentran en franca minoría (gráfico 6.7). Este desequilibrio en el progreso académico puede resolverse otorgando a las mujeres miembros del personal académico un plazo de tiempo amplio para que puedan centrarse en la investigación. Lo importante aquí es reconocer que existe un problema, de manera que pueda determinarse las causas del desequilibrio y corregirse la situación.

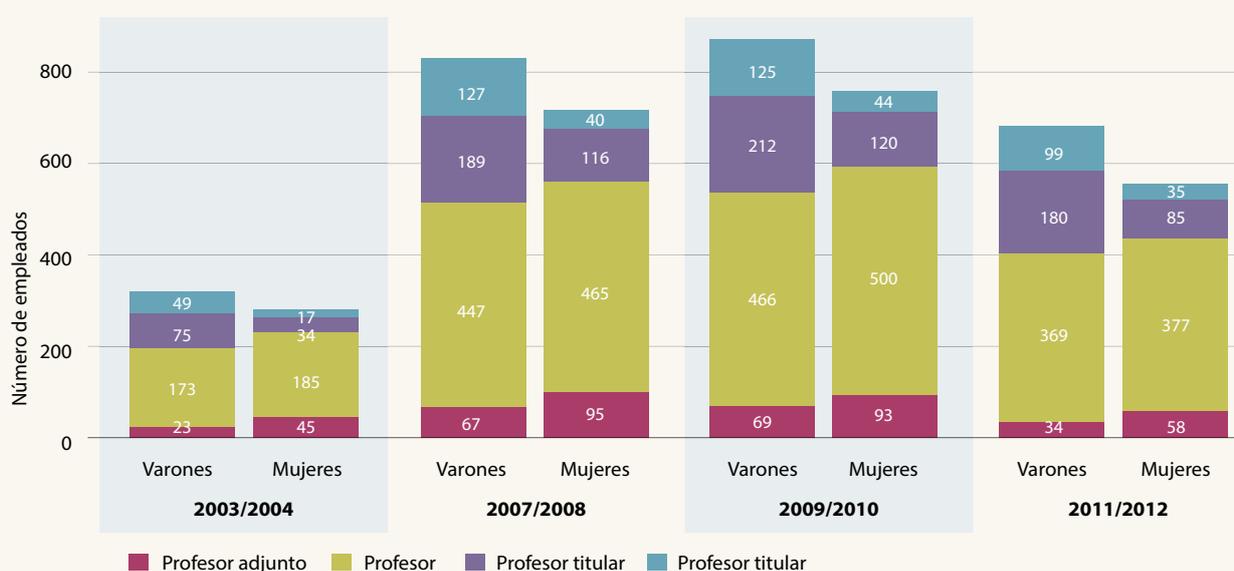
## TENDENCIAS EN LA PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA

### La producción científica de Granada avanza con rapidez

Durante años, Jamaica, Trinidad y Tobago y Barbados han dominado en el terreno de la publicación científica, debido a la presencia en su territorio de los campus de la Universidad de las Indias Occidentales (gráficos 8 y 9). Sin embargo, en la actualidad, el predominio de la Universidad de las Indias Occidentales se ha visto menoscabado en cierta medida por el impresionante aumento de las publicaciones sujetas a la evaluación de especialistas procedentes de Granada.

Gráfico 6.7: Desglose por género del personal de la Universidad de las Indias Occidentales, por años académicos de 2003-2004 hasta 2011-2012

Por nivel de designación



Fuente: Estadísticas oficiales de la Universidad de las Indias Occidentales y comunicación de la Oficina de Planificación.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Gran parte de esta tendencia se debe a la Universidad de St. George, que aporta en torno al 94% de las publicaciones de Granada. Mientras que, en 2005, Granada produjo únicamente seis artículos en revistas internacionales consideradas en la base de datos de *Thomson Reuters Web of Science*, este número se había elevado a 77 en 2012. Con este espectacular aumento de la producción, Granada ha superado a Barbados y Guyana para pasar a ocupar el tercer puesto en el Caribe como productor en las publicaciones de mayor prestigio internacional, solo superada por Jamaica y Trinidad y Tobago. Cuando se consideran las publicaciones por cada 100 000 habitantes (gráfico 6.9), se pone de manifiesto la elevada productividad de Granada. Constituye de hecho una historia de éxito notable que un país caribeño sin un "pedigrí" previo en materia de investigación haya avanzado de un modo tan impresionante en el ámbito mundial.

El desarrollo de la Universidad de St. George en Granada en la última década ha sido espectacular. La Universidad se fundó en 1976 mediante una ley del parlamento como escuela de formación médica para estudiantes extranjeros, antes de la introducción de programas de licenciatura y diplomatura en 1993. A pesar de estar localizado en un pequeño país insular (Granada) sin un pedigrí previo en el terreno de la investigación, la Universidad de St. George se ha convertido en un prometedor centro de investigación en poco más de una década.

La tendencia en Granada debe resultar alentadora para las Bahamas y Saint Kitts y Nevis, donde la producción también se eleva actualmente de manera regular. En Bahamas se realizaron únicamente cinco publicaciones en 2006, frente a las 23 de 2013. Gran parte de esta producción proviene del College of the Bahamas, pero hay otras instituciones que llevan a cabo sus aportaciones. Saint Kitts y Nevis puede contar con la Ross University en el área de la medicina veterinaria y otras disciplinas afines: presentó una única publicación en 2005, pero 15 en 2013.

Las publicaciones en el campo de la salud proceden tanto de escuelas universitarias de medicina, como de hospitales, así como de ministerios y centros de investigación públicos (recuadro 6.1). Por el contrario, desde 2005, es escasa la producción de este tipo de publicaciones por parte de los centros de investigación agraria. En la mayoría de los países de la CARICOM, la agricultura genera menos del 4% del PIB (gráfico 6.2). Las excepciones destacables las constituyen Suriname (9%), Dominica (15%) y, sobre todo, Guyana (22%) pero, incluso en estos casos, los artículos sobre temas relevantes son escasos y poco frecuentes. Esta reducida inversión y producción en el terreno de la I+D agraria podría constituir una amenaza para la seguridad alimentaria en una región que sigue siendo importadora neta de alimentos.

Aunque la producción de estudios de los centros de I+D no académicos y no relacionados con el ámbito de la salud no es elevada, estas entidades prestan unos servicios esenciales. El Consejo de Investigación Científica de Jamaica interviene en la gestión de aguas residuales, y ofrece servicios de información sobre temas como las energías renovables, la educación, los servicios de apoyo a las empresas, y el desarrollo de productos naturales a partir de plantas endémicas. El Instituto de Investigaciones Industriales del Caribe en Trinidad y Tobago facilita la investigación sobre el cambio climático y proporciona apoyo industrial en lo que atañe a la I+D relacionada con la seguridad alimentaria, así como con la comprobación y la calibración de equipos para los principales sectores<sup>13</sup>. Las Oficinas de Estándares en Santa Lucía<sup>14</sup> y San Vicente y Granadinas desarrollan y gestionan diversos estándares y garantizan el control de la calidad de los productos, así como el cumplimiento de la normativa a este respecto, también en lo que se refiere a la vigilancia medio ambiental.

Otro reto es el que plantea el escaso nivel de colaboración intrarregional. Los investigadores estadounidenses son los principales colaboradores de los países de la CARICOM. La autoría de más del 80% de los artículos procedentes de Granada es conjunta con los Estados Unidos de América, y cerca del 20% se crean con la participación de colaboradores iraníes. El mayor nivel de colaboración intrarregional se da en Jamaica, que cuenta con Trinidad y Tobago como su cuarto colaborador en importancia. El marco de innovación de la CARICOM debe crear un mecanismo que fomente la colaboración intrarregional. En este sentido, el Campus de Mona de la Universidad de las Indias Occidentales ha establecido un pequeño régimen de subvenciones para apoyar las propuestas de I+D de calidad de tales colaboradores.

### La emergencia de empresas privadas de I+D

Surgen asimismo empresas privadas autóctonas dedicadas a la investigación, como el Bio-tech R&D Institute (recuadro 6.2). Cariscience ha admitido al Instituto como miembro en un momento en el que ciertos departamentos universitarios se encuentran con dificultades para cumplir los criterios que permiten adquirir tal condición de miembro. Se trata de un avance importante en el panorama científico, ya que significa que la investigación de alta calidad no constituye más el coto privado de universidades, laboratorios públicos y entidades extranjeras.

### "Inventado por la UWI"

Tanto Jamaica, como Trinidad y Tobago y Barbados, registran cierta actividad en cuanto a la obtención de patentes. Jamaica cuenta con un grupo reducido, aunque creciente, de inventores locales que procuran la titularidad de patentes a través de la oficina local de propiedad intelectual de Jamaica.

13. Véase: [www.cariri.com](http://www.cariri.com).

14. Véase: [www.slbs.org.jc](http://www.slbs.org.jc).

### Recuadro 6.1: El Instituto de Investigación de Medicina Tropical: un oasis en un desierto de políticas públicas

El Instituto de Investigación de Medicina Tropical (TMRI, por sus siglas en inglés) desarrolla sus actividades en todo el Caribe, desde la Universidad de las Indias Occidentales (UWI). Nació de la fusión, en 1999, de la Unidad de Investigación del Metabolismo Tropical y de la Unidad de Investigación de Células Falciformes\* en el Campus de Mona de la UWI en Jamaica.

El nuevo Instituto amplió su mandato mediante la adición de una nueva entidad, la Unidad de Investigación Epidemiológica (ERU), y la integración en su estructura del Centro de Investigación de Enfermedades Crónicas (CDRC) en el campus de Cave Hill de la UWI en Barbados.

Los proyectos de investigación a largo plazo del Instituto se encuentran relativamente bien financiados, gracias a la financiación competitiva obtenida por el personal de diversas agencias a lo largo de la última década, entre las que figuran: los Institutos Nacionales de la Salud (Estados Unidos de América), el Fondo Nacional de Salud (Jamaica), el Consejo de Investigación Sanitaria del Caribe (actualmente, la Agencia de Salud Pública del Caribe), el Wellcome Trust, la Comisión Europea, Grand

Challenges Canada y el Chase Fund (Jamaica).

Todos los artículos publicados por el TMRI desde 2000 los han financiado estas agencias. La productividad alcanzó su punto máximo con 38 artículos en 2011, antes de caer a 15 en 2014, al mismo nivel que en 2006. Aunque el número de publicaciones es relativamente escaso, estas son de una calidad excelente, como lo indican las contribuciones regulares a revistas de gran repercusión como Science, Nature y Lancet. El número total de publicaciones del TMRI sujetas a la evaluación de especialistas, en realidad, triplica aproximadamente a la cifra de las que se encuentran en las revistas de élite que cubre la base de datos de Thomson Reuters, por lo que existe margen para que la productividad en las publicaciones de gran repercusión se eleve drásticamente.

La salida de dos investigadores principales ha repercutido en la productividad. Sin embargo, el TMRI ha invertido en servicios de tutoría para su personal, y potencia actualmente la colaboración entre instituciones, al tiempo que atrae una financiación significativa; esta receta parece encaminada a revertir el impacto negativo de la salida referida. El Instituto de Investigación de Medicina Tropical

ha desarrollado una cultura de la investigación de alto nivel mediante la oferta de oportunidades de tutoría a investigadores jóvenes y prometedores (a través de puestos de postdoctorado), y a personal auxiliar competente, como el personal de enfermería dedicado a la investigación, médicos, estadísticos y técnicos de equipos. También se aplican procesos de contratación y promoción profesional muy estrictos.

Indudablemente, el Instituto constituye un oasis de éxito en el desierto que representa la política de CTI en el Caribe. El Instituto ha logrado alejarse de un entorno de investigación deficiente en el ámbito nacional para crear un programa de investigación competitivo a escala mundial. Otras entidades dedicadas a la I+D no han actuado tan hábilmente: se mantendrán rezagadas mientras sigan apostando únicamente por marcos nacionales de política de I+D no funcionales o inexistentes.

Fuente: Autores.

*\*Hasta 1999, la Unidad de Investigación de Células Falciformes había sido financiada por el British Medical Research Council (BMRC). La Unidad de Investigación del Metabolismo Tropical había formado parte de la UWI desde 1970, cuando fue transferida desde el BMRC.*

Una invención local conocida que ha sido comercializada consiste en un conjunto de tres patentes relativas a la tecnología de simulador de cirugía cardíaca de la Universidad de las Indias Occidentales<sup>15</sup>, cuya licencia se ha otorgado a una empresa estadounidense después de que se realizaran exhaustivos ensayos sobre el terreno en las principales escuelas de cirugía cardíaca de los Estados Unidos de América. Dicho simulador, que utiliza una combinación de corazones de cerdo criados de manera especial y un sistema de bombeo electromecánico controlado por ordenador para simular un corazón activo, proporciona a los estudiantes una sensación mucho mejor para adaptarse a las circunstancias quirúrgicas

reales. Cada unidad fabricada llevará la etiqueta "Inventado por la UWI", lo que debe contribuir a mejorar la imagen de la región en cuanto a nivel de competencia tecnológica.

La Oficina de Patentes y Marcas Registradas de los Estados Unidos de América (USPTO) muestra en sus registros 134 patentes de los países de la CARICOM en el período 2008-2013, y los principales contribuyentes son las Bahamas (34), Jamaica (22) y Trinidad y Tobago (17). Véase el gráfico 6.10.

#### Un puñado de países realiza exportaciones de alta tecnología

Las exportaciones de alta tecnología del Caribe son modestas y esporádicas (gráfico 6.11). Es interesante observar, sin

15. Números de patente de los Estados Unidos de América: 8.597.874; 8.129.102; y 7.709.815: www.uspto.gov.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

### Recuadro 6.2: Bio-Tech R&D Institute Ltd: añadiendo valor a las plantas medicinales locales

Bio-Tech R&D Institute Ltd es una compañía privada dedicada a la investigación y el desarrollo y fundada por el Dr. Henry Lowe en 2010, con la ambición de convertirse en una empresa de biotecnología de prestigio en Jamaica y en todo el Caribe. La prioridad en su labor de investigación se otorga al aislamiento de compuestos puros para el desarrollo de candidatos aplicables al tratamiento del cáncer, el VIH/SIDA, la diabetes y otras enfermedades crónicas.

Los estudios de la empresa han dado lugar al descubrimiento y la validación de varias plantas medicinales jamaicanas y sus productos. Entre tales plantas figuran la *Tillandsia recurvata* (clematide o heno de bola), *Guaiacum officinale* (*Lignum vitae*) y *Vernonia*. En febrero de 2012, comenzó a comercializar siete productos nutracéuticos y una línea de té herbales en Jamaica. Estos descubrimientos han dado lugar a diversas publicaciones, seis de ellas en las revistas incluidas en la base de datos de Thomson Reuters, y a otras tantas patentes.\* Las formulaciones de la compañía para productos nutracéuticos se producen con arreglo a los estándares más rigurosos en una instalación aprobada por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos de América (FDA).

En octubre de 2014, el Dr. Lowe y su equipo publicaron un artículo en el *European Journal of Medicinal Plants* ("Revista europea de plantas medicinales") después de descubrir que ciertos extractos exclusivos de la variedad jamaicana de la yerba de Guinea inhibían la supervivencia del virus del VIH. El Dr. Lowe declaró entonces al *Jamaican Observer* que estos resultados, de confirmarse, podrían repercutir además en el tratamiento de otras enfermedades víricas, como el chikungunya y el ébola. A finales de 2014, atrajo la atención internacional al poner en marcha una empresa (Medicanja) dedicada a la investigación y la explotación de ciertas variedades de plantas de marihuana para aplicaciones médicas potencialmente rentables.

El Bio-Tech R&D Institute Ltd emplea a una docena de jóvenes y entusiastas doctorados y licenciados, que han podido participar en una labor de cooperación efectiva con laboratorios consolidados en el ámbito local y en el extranjero, especialmente en la UWI y la Universidad de Maryland (EE. UU.). La empresa ha reforzado su colaboración con la UWI, en la que ha emprendido el establecimiento de una instalación de I+D de última generación, y ofrece sus competencias empresariales para la comercialización del conjunto de activos de propiedad intelectual de la UWI.

Inicialmente, Bio-Tech R&D Institute Ltd recibió apoyo financiero de la Environmental Health Foundation (Fundación para la Salud Medioambiental), una empresa sin ánimo de lucro fundada por Henry Lowe, pero el BTI ahora vive los ingresos de las ventas de sus propios productos. No hay flujos de fondos públicos que vayan a parar al BTI.

El BRDI ha logrado éxitos notables en sus primeros cinco años de existencia. El propio Henry Lowe fue galardonado con la Medalla Nacional de Ciencia y Tecnología en 2014 por el Gobierno de Jamaica.

Esta historia de éxito pone de relieve que un emprendedor con una visión puede proporcionar a un país y a una región el liderazgo en materia de I+D que tanto necesitan, incluso en ausencia de una política pública efectiva al respecto. Existe la esperanza de que la política pública evolucione en un futuro cercano, ahora que los logros del BRDI han atraído la atención de los principales líderes políticos.

Fuente: Autores.

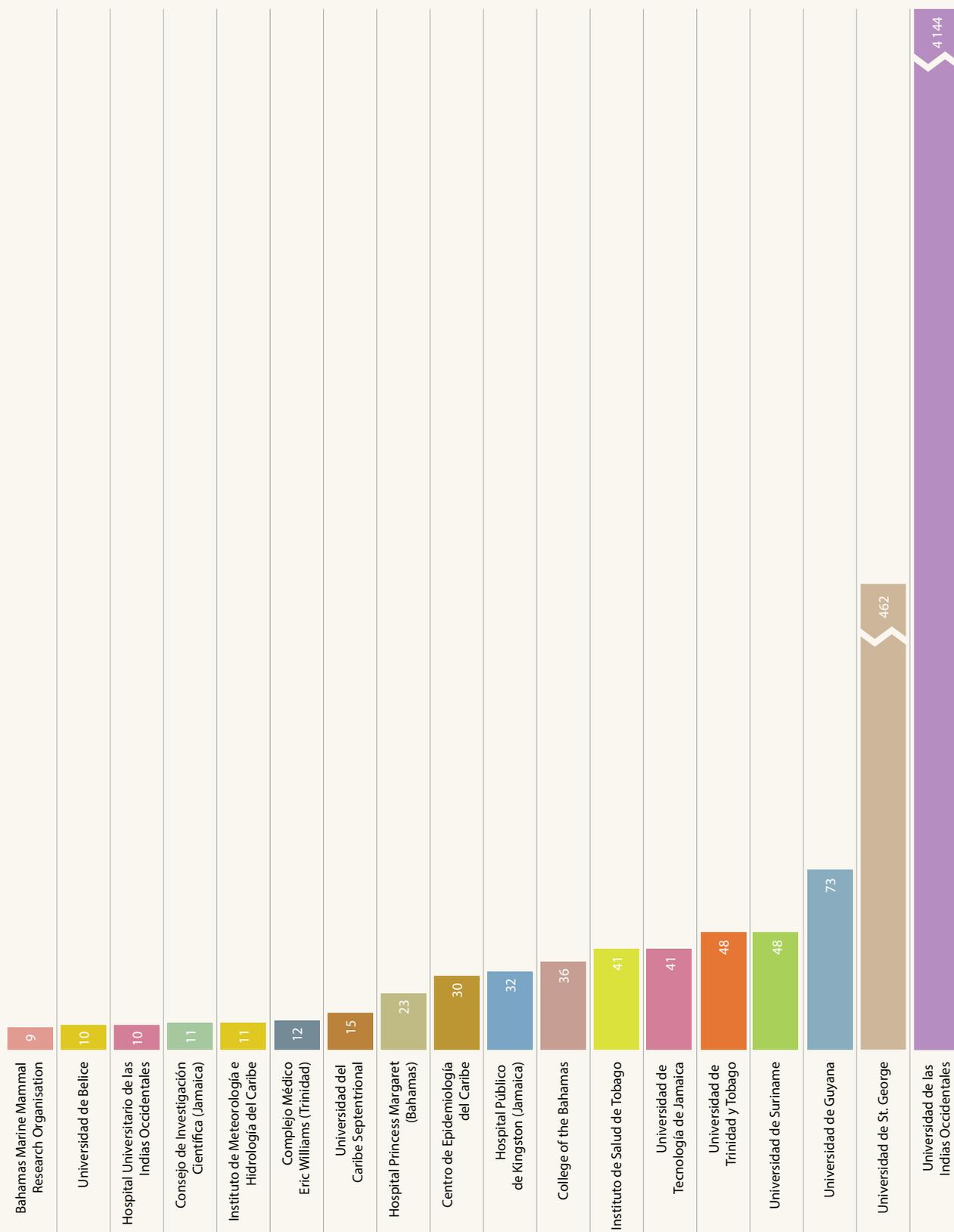
\*Véase: <http://patents.justia.com/inventor/henry-low>; [www.ehfjamaica.com/pages/bio-tech-rd-institute-limited](http://www.ehfjamaica.com/pages/bio-tech-rd-institute-limited).

embargo, que Barbados no sólo posee una proporción considerable de las patentes caribeñas, sino que también acumula el valor más elevado de las exportaciones de alta tecnología, que pasó de 5,5 millones de dólares estadounidenses en 2008, a estabilizarse entre 18 y 21 millones de dólares estadounidenses en 2010-2013.

Casi ocho de cada diez exportaciones de Barbados a lo largo de 2008-2013 fueron de instrumentos científicos (42,2 millones de dólares estadounidenses) o correspondieron al sector químico (33,2 millones de dólares estadounidenses,

excluidos los productos farmacéuticos). Las exportaciones de electrónica y telecomunicaciones (6,8 millones de dólares estadounidenses) y ordenadores y equipos de oficina (7,8 millones de dólares estadounidenses) fueron menos rentables. Trinidad y Tobago lideró la región en cuanto a las exportaciones de alta tecnología en 2008 (36,2 millones de dólares estadounidenses), pero estas se desplomaron hasta los 3,5 millones de dólares al año siguiente. Los ingresos de Jamaica también han caído desde 2008. En cambio, Suriname logró elevar sus ingresos por exportación ligeramente durante el mismo período.

Gráfico 6.8: Artículos de científicos del Caribe que han sido evaluados por expertos, por institución, 2001-2013



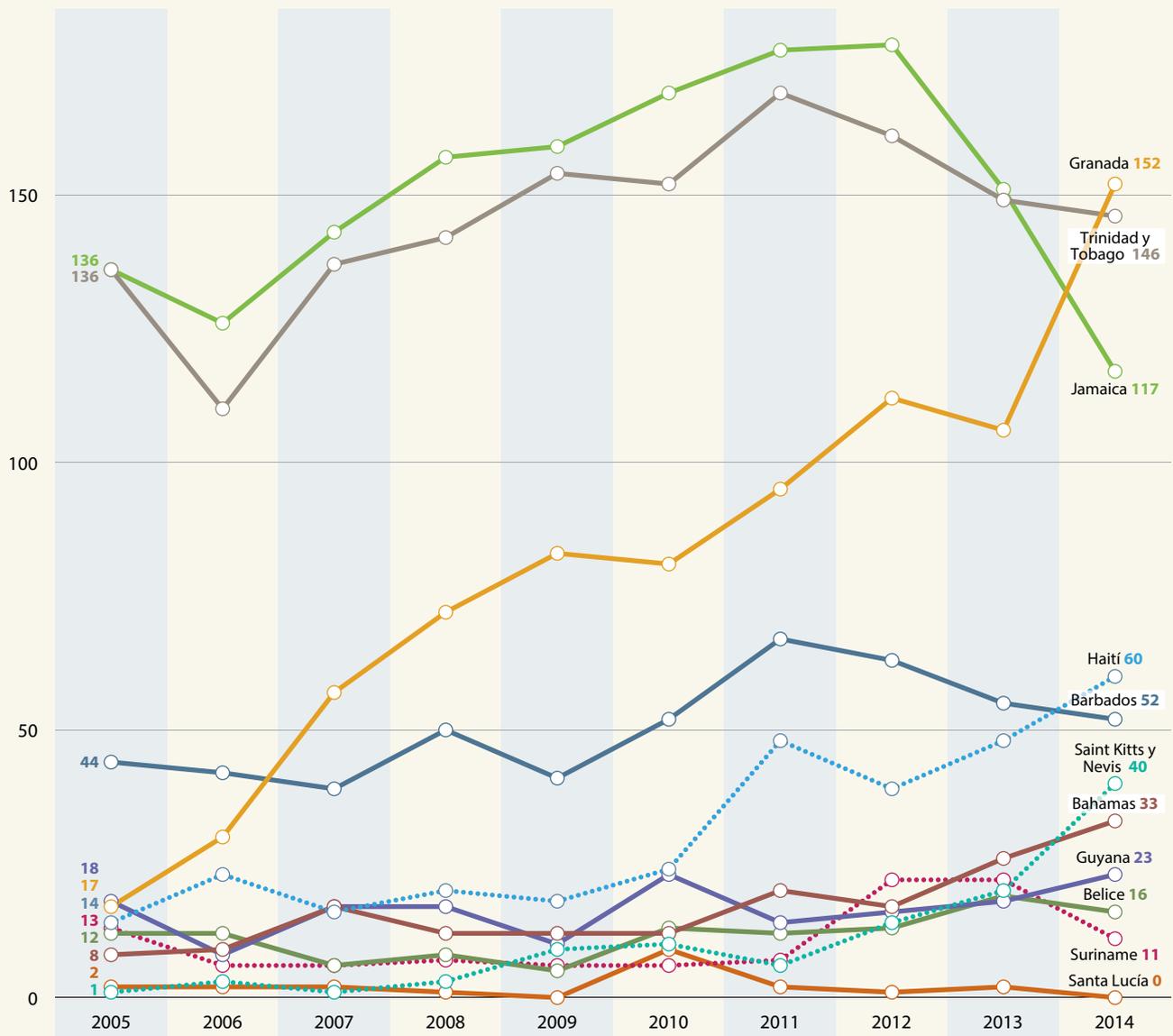
Fuente: Thomson Reuters Web of Science, Science Citation Index Expanded.



**Gráfico 6.9: Tendencias de la publicación científica en los países de la CARICOM, 2005-2014**

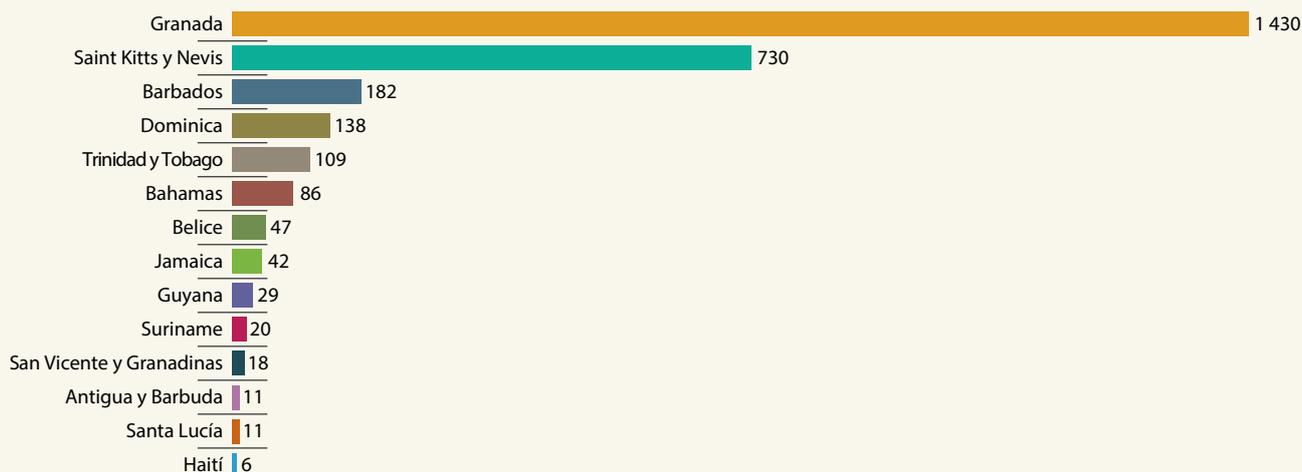
**Granada y Saint Kitts y Nevis muestran un notable crecimiento**

*Países con más de 15 publicaciones entre 2008 y 2014*



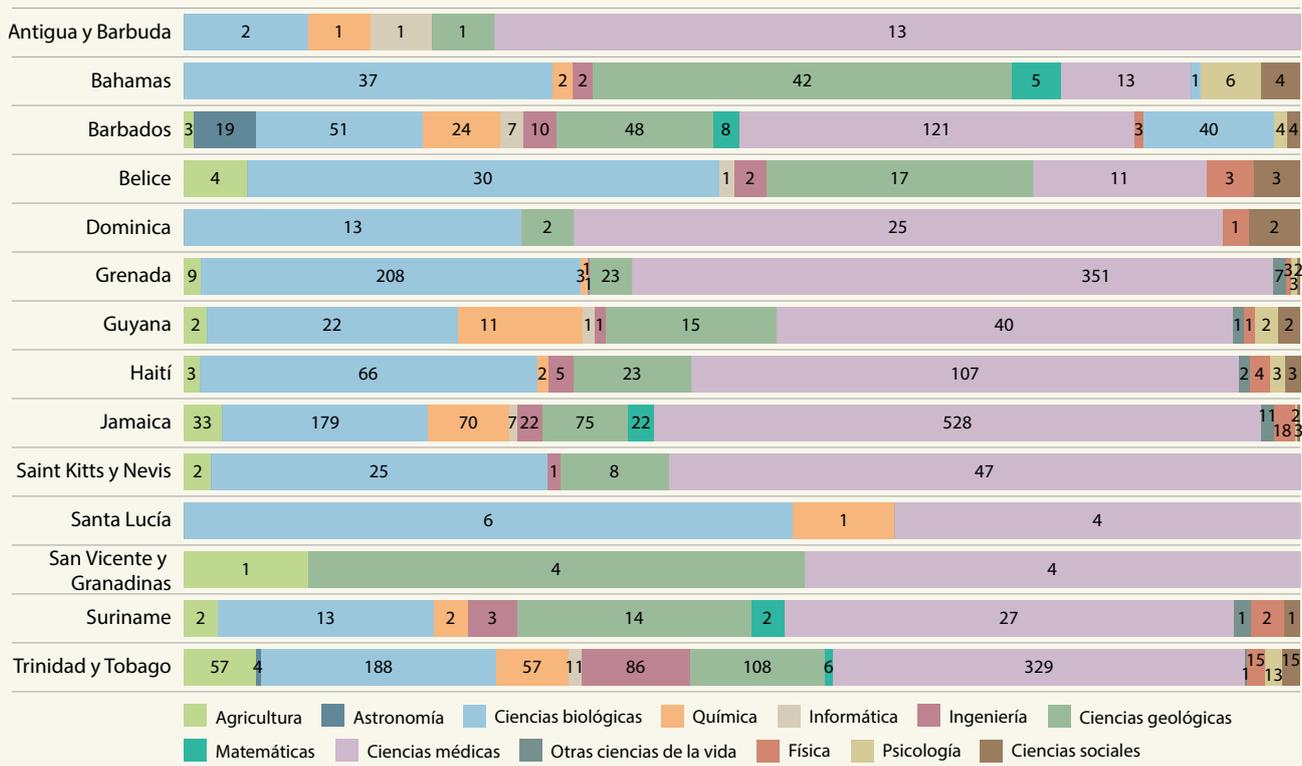
## Granada tiene la mayor productividad de publicaciones

Publicaciones científicas por millón de habitantes en 2014



## La salud es el área sobre la que más publican los países de la CARICOM, encabezados por Granada y Jamaica

Totales acumulados, 2008-2014



## Jamaica y Trinidad y Tobago colaboran estrechamente entre sí

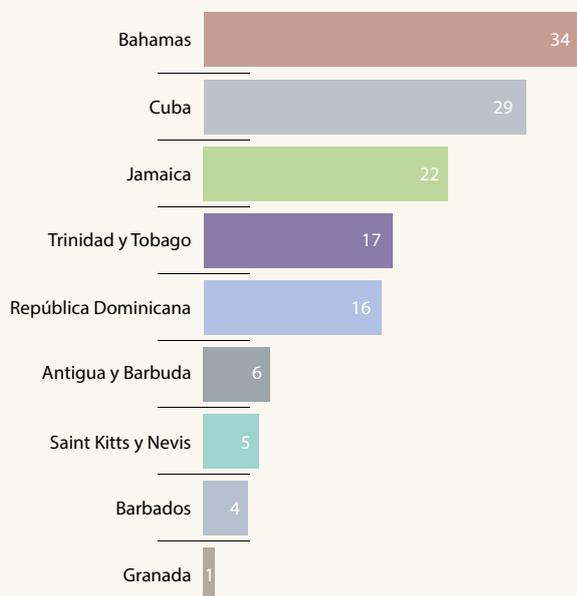
Principales asociados de los siete países más prolíficos de la CARICOM, 2008-2014 (número de artículos)

	1º colaborador	2º colaborador	3º colaborador	4º colaborador	5º colaborador
<b>Bahamas</b>	EE. UU. (97)	Canadá (37)	Reino Unido (34)	Alemania (8)	Australia (6)
<b>Barbados</b>	EE. UU. (139)	Reino Unido (118)	Canadá (86)	Alemania (48)	Bélgica / Japón (43)
<b>Granada</b>	EE. UU. (532)	Irán (91)	Reino Unido (77)	Polonia (63)	Turquía (46)
<b>Guyana</b>	EE. UU. (45)	Canadá (20)	Reino Unido (13)	Francia (12)	Países Bajos (8)
<b>Haití</b>	EE. UU. (208)	Francia (38)	Reino Unido (18)	Sudáfrica (14)	Canadá (13)
<b>Jamaica</b>	EE. UU. (282)	Reino Unido (116)	Canadá (77)	Trinidad y Tobago (43)	Sudáfrica (28)
<b>Trinidad y Tobago</b>	EE. UU. (251)	Reino Unido (183)	Canadá (95)	India (63)	Jamaica (43)

Fuente: Thomson Reuters Web of Science, Science Citation Index Expanded; tratamiento de datos a cargo de Science-Metrix.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

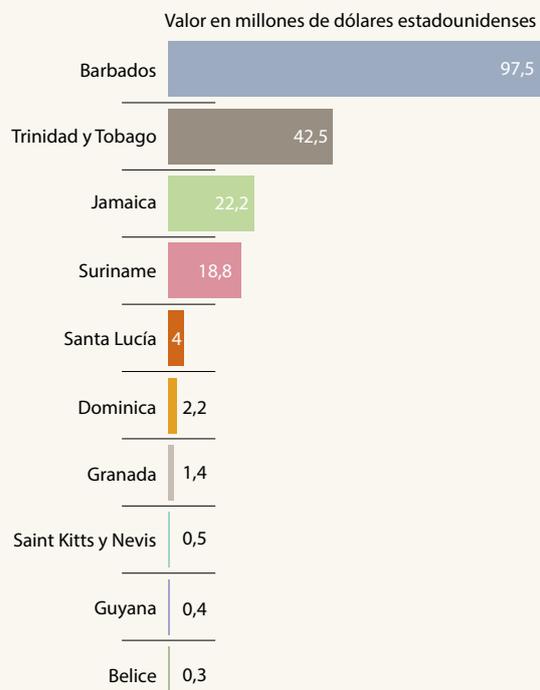
Gráfico 6.10: Patentes de la USPTO concedidas a países del Caribe, 2008-2013



Nota: Muchas patentes se asignan a Barbados por distintas empresas, pero los inventores de tales patentes suelen tener una dirección en los Estados Unidos de América, por lo que la patente no se atribuye a Barbados.

Fuente: USPTO.

Gráfico 6.11: Exportaciones de alta tecnología de países de la CARICOM, 2008-2013



Fuente: Base de datos Comtrade de la División de Estadística de las Naciones Unidas.

## CONCLUSIÓN

### Es hora de abordar un ejercicio de análisis exhaustivo

Los pequeños países de la CARICOM son vulnerables frente a diversas crisis medioambientales y económicas. Hasta la fecha, no han logrado implantar y aplicar unos marcos de formulación de políticas efectivos para impulsar la CTI. En consecuencia, los retos importantes en la región relacionados con la energía, el agua y la seguridad alimentaria, el turismo sostenible, el cambio climático y la reducción de la pobreza no reciben el nivel de atención por parte de la iniciativa científica para marcar la diferencia.

Resulta alentador en cualquier caso que la CARICOM haya promulgado una estrategia de desarrollo a largo plazo para la región, bajo la denominación de *Plan Estratégico para la Comunidad del Caribe: 2015-2019*. Por otra parte, asumir un compromiso con la CTI constituye un elemento fundamental para el éxito de este Plan, y así se hace de hecho en varios documentos de planificación nacional, como *Visión 2020* de Trinidad y Tobago, *Visión 2030* de Jamaica y el *Plan Estratégico* de Barbados para 2005-2025. Lo que se requiere ahora son políticas que acaben con los

déficit de implementación del pasado y empleen de manera efectiva la CTI para acelerar el proceso de desarrollo.

Es esperanzador observar que, a pesar de la ausencia de unos marcos de formulación de políticas de CTI eficaces y del escaso apoyo público a la enseñanza terciaria, se aprecian algunos signos alentadores en el horizonte:

Granada ha irrumpido en la última década como un país que contribuye de manera significativa a la CTI en la región, gracias en gran medida a la creciente productividad de la Universidad de St George;

El Campus de Mona de la Universidad de las Indias Occidentales ha conseguido reducir su dependencia de unos fondos públicos cada vez menores, mediante la generación de flujos de ingresos propios;

El Instituto de Investigación de Medicina Tropical de la Universidad de las Indias Occidentales continúa publicando artículos académicos de alta calidad en revistas de prestigio a escala mundial; y

Bio-tech R&D Institute Limited, una pequeña empresa privada de ámbito local y reciente creación, dedicada a la I+D, ha avanzado con paso firme en solo cinco años en el panorama internacional mediante su aportación de

artículos académicos, patentes y productos comerciales, cuyas ventas ya le reportan beneficios.

Como señaló Kahwa (2003) hace una década y confirman las recientes historias de éxito anteriores, en ausencia de una política pública sólida para apoyar y afianzar la CTI en el proceso de desarrollo nacional, son los propios investigadores los que están ideando vías innovadoras para impulsar la CTI. Es hora de que la región emprenda un ejercicio detallado de análisis de las políticas de CTI, con el fin de obtener una visión inequívoca de la situación actual.

Solo entonces, los países podrán diseñar políticas basadas en datos contrastados que propongan estrategias creíbles para elevar la inversión en I+D, por ejemplo. Las conclusiones del análisis de la situación pueden utilizarse con el fin de movilizar recursos y apoyo estratégico para la CTI, fomentar la participación de las empresas en la I+D mediante la adecuación de las iniciativas con las necesidades empresariales, reformar o eliminar progresivamente las instituciones públicas dedicadas a la I+D de bajo rendimiento, explorar vías más atractivas desde la perspectiva política y social de obtener fondos para I+D, coordinar las ayudas y los préstamos internacionales y multilaterales relativos a las oportunidades de I+D pertinentes, y desarrollar protocolos para medir y recompensar los logros institucionales e individuales en el terreno de la investigación y el desarrollo. Todo ello no puede constituir una tarea tan difícil cuando los líderes de la región poseen una formación tan amplia.

#### OBJETIVOS ESENCIALES DE LOS PAÍSES DE LA CARICOM

Elevar la proporción de fuentes de energía renovables en la combinación de fuentes generadoras de electricidad en los Estados miembros de la CARICOM al 20% en 2017, al 28% en 2022 y al 47% para 2027;

Aumentar la cuota de comercio entre los países de la CARICOM por encima de la proporción actual del 13%-16% del comercio intrarregional para 2019.

## BIBLIOGRAFÍA

- CARICOM (2014), *Strategic Plan for the Caribbean Community: 2015–2019*. Secretariat of the Caribbean Common Market.
- CARICOM (2013), *CARICOM Energy Policy*. Secretariat of the Caribbean Common Market.
- Caroit, Jean-Michel (2015), A Haïti, l'impossible reconstruction. *Le Monde*, 12 de enero.
- FMI (2013), *Caribbean Small States: Challenges of High Debt and Low Growth*. International Monetary Fund, p. 4. Véase: [www.imf.org/external/np/pp/eng/2013/022013b.pdf](http://www.imf.org/external/np/pp/eng/2013/022013b.pdf)
- Kahwa, I. A. (2003), Developing world science strategies. *Science*, 302: 1 677.
- Kahwa, I. A., Marius y Steward, J. (2014), *Situation Analysis of the Caribbean: a Review for UNESCO of its Sector Programmes in the English- and Dutch-speaking Caribbean*. UNESCO: Kingston.
- Mokhele, K. (2007), *Using Science, Technology and Innovation to Change the Fortunes of the Caribbean Region*. UNESCO y CARICOM Steering Committee on Science and Technology. UNESCO: París.
- UNESCO (2013), *Mapping Research and Innovation in the Republic of Botswana*. G. A. Lemarchand y S. Schneegans (eds.). GO→SPIN Country Profiles in Science, Technology and Innovation Policy, vol. 1. UNESCO: París.

**Harold Ramkissoon** (nacido en 1942: Trinidad y Tobago) es matemático y profesor emérito en la Universidad de las Indias Occidentales (Trinidad). También es Presidente emérito de Cariscience. Ha recibido diversos premios, entre ellos, la Chaconia Gold Medal, el segundo galardón nacional de Trinidad y Tobago en importancia del país. El Profesor Ramkissoon es miembro de la Academia de Ciencias del Caribe, la Academia Mundial de Ciencias (TWAS) y miembro correspondiente de las Academias de Ciencias de Cuba y de Venezuela.

**Ishenkumba A. Kahwa** (nacido en 1952: Tanzania) es doctor en Química por la Universidad Estatal de Louisiana (EE. UU.). Actualmente ejerce como Rector adjunto de la Universidad de las Indias Occidentales (Jamaica), después de haber desempeñado el cargo de Jefe del Departamento de Química de 2002 a 2008, y de Decano de la Facultad de Ciencia y Tecnología de 2008 a 2013. El profesor Kahwa está muy interesado en la investigación y las políticas en el terreno medioambiental, así como en las interacciones entre la sociedad y la tríada compuesta por la ciencia, la tecnología y la innovación.

A close-up photograph of a young person's hand holding a small, colorful frog. The person's face is blurred in the background, looking towards the camera. The frog is perched on the person's palm. The lighting is soft, highlighting the textures of the skin and the vibrant colors of the frog.

*Se han introducido distintos instrumentos de política para que la investigación endógena responda mejor a las necesidades del sistema productivo y la sociedad en general. En algunos países, estas medidas empiezan a dar sus primeros frutos.*

**Guillermo A. Lemarchand**

Un joven del Territorio Achuar del Ecuador sostiene una rana. En América Latina la investigación se está centrando cada vez más en la farmacología, la biodiversidad y la gestión sostenible de los recursos naturales.  
Fotografía: © James Morgan/ Panos

# 7 · América Latina

Argentina, Estado Plurinacional de Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y República Bolivariana de Venezuela

Guillermo A. Lemarchand

## INTRODUCCIÓN

### Desaceleración del desarrollo después de una década boyante

América Latina consta esencialmente de economías de renta media<sup>1</sup> con niveles de desarrollo muy elevados (Argentina, Chile, Uruguay y Venezuela), altos o medios. Chile posee el mayor PIB por habitante y Honduras, el más bajo. Dentro de este grupo de países, la desigualdad se encuentra entre las más altas del mundo, aunque en la última década ha habido cierta mejora. Según la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL), los cuatro países con los niveles más altos de pobreza son Honduras, el Brasil, la República Dominicana y Colombia (respecto al Brasil, véase el capítulo 8).

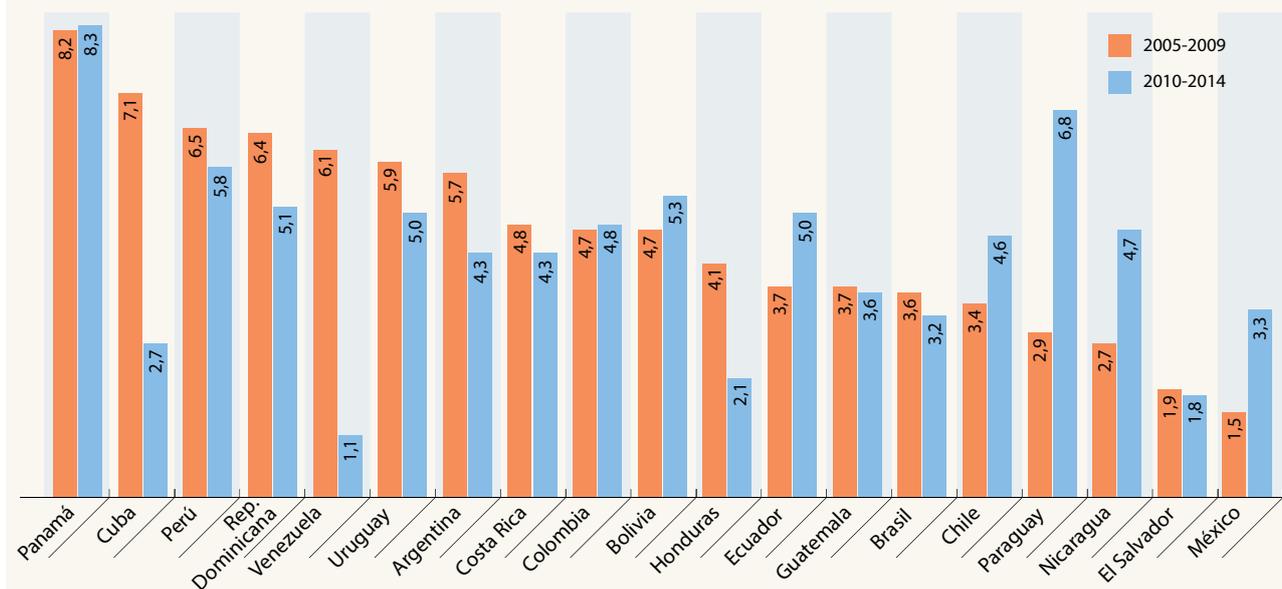
La economía latinoamericana creció apenas en un 1,1% en 2014, lo que significa que —en la práctica— el PIB por habitante se estancó. Las cifras preliminares del primer trimestre de 2015 sugieren una continua desaceleración de la actividad desde que el auge de exportaciones de materias

primas del decenio anterior comenzará a atenuarse en 2010 (véase asimismo el gráfico 7.1). Algunas de las mayores economías de la región podrían experimentar incluso una contracción. Si bien se espera que la región crezca en torno al 0,5% como promedio en 2015, este porcentaje oculta una diversidad bastante amplia: por un lado, se prevé una contracción del 0,4% en América del Sur; por el otro, las economías de América Central y México probablemente se expandan en un 2,7% (CEPAL, 2015a).

Las perspectivas para América Central han mejorado, gracias al crecimiento económico saludable de su mayor asociado comercial, los Estados Unidos de América (véase el capítulo 5), y la baja en los precios del petróleo desde mediados de 2014. Asimismo, la caída de los precios de las materias primas desde 2010 debería otorgar cierto margen de actuación a los países de América Central y del Caribe que son importadores netos de estos productos. La economía mexicana también depende del desempeño de América del Norte y, por tanto, muestra mayores signos de dinamismo. Se espera que las reformas actuales en América Latina y, en particular, en los sectores de energía y telecomunicaciones, impulsen las tasas de crecimiento en el medio plazo. Por otro lado, para el caso de los países de América del Sur, que son predominantemente exportadores de materias primas, se

1. La Argentina y la República Bolivariana de Venezuela han registrado altas tasas de inflación en los últimos años. Sin embargo, el tipo de cambio "oficial" se ha mantenido estable, lo que podría generar distorsiones en los valores del PIB real por habitante expresado en dólares estadounidenses. Para más información sobre este tema, véase CEPAL (2015a).

Gráfico 7.1: Tendencias del crecimiento del PIB en América Latina, 2005-2009 y 2010-2014



Nota: Los datos de Cuba corresponden a 2005-2009 y 2010-2013.

Fuente: Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial, septiembre de 2015.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

prevé una baja en las tasas de crecimiento. Particularmente, en Venezuela, el Ecuador, Bolivia, Chile y Colombia, la composición del PIB depende en forma importante de este tipo de exportaciones.

Los países andinos como Chile, Colombia y Perú se encuentran en una posición comparativamente envidiable, pero es posible que este privilegio dure poco, ya que se prevé cierto menoscabo de su crecimiento. Asimismo, el Paraguay muestra un crecimiento sólido, a medida que se recupera de una severa sequía en 2012, mientras que la economía del Uruguay crece a una tasa más moderada.

En Venezuela, desde mediados de 2014, el desplome del precio del crudo de Brent ha complicado una situación política que ya era difícil, pero su economía sigue registrando un desempeño vigoroso. Por su parte, la Argentina afronta una crisis de deuda que la ha colocado en contra de diversos acreedores privados en los Estados Unidos de América; así, presentó un crecimiento prácticamente nulo en 2014, y puede que este indicador caiga aún más en 2015. La combinación de numerosas barreras administrativas y sucesivas políticas fiscales y monetarias diseñadas para estimular el gasto de los hogares y las empresas ha llevado tanto a la Argentina como a Venezuela a una espiral de altos niveles de inflación y bajas reservas de divisas.

En el frente político, se han producido ciertas turbulencias. Un escándalo de corrupción en el que se ha visto envuelta la empresa petrolera brasileña Petrobras ha dado lugar a un vuelco político (véase el capítulo 8). En Guatemala, el Presidente Pérez Molina dimitió de su cargo en septiembre de 2015 para afrontar las acusaciones de fraude tras meses de protestas callejeras. Tal sucesión de hechos habría sido inconcebible hace unas décadas, lo que indica que el Estado de derecho ha ganado terreno en Guatemala. La normalización de las relaciones bilaterales con los Estados Unidos de América en 2015 debería procurar a la ciencia cubana un impulso considerable. Entretanto, las tensiones políticas persisten en Venezuela, el único país de la región que ha visto disminuir sus publicaciones científicas entre 2005 y 2014 (en un 28%).

La estabilidad política, la ausencia de violencia, la eficacia gubernamental en la aplicación de políticas públicas y el control de la corrupción son factores fundamentales para alcanzar los objetivos de desarrollo a largo plazo y mejorar el desempeño científico y tecnológico de un país. Sin embargo, solo Chile, Costa Rica y el Uruguay registran actualmente valores positivos para todos estos indicadores de gobernanza. Colombia, México y Panamá pueden presumir de la efectividad gubernamental en la aplicación de políticas públicas, pero no de estabilidad política, debido a conflictos internos. La Argentina, Cuba y la República Dominicana obtienen valores

positivos en cuanto a estabilidad política, pero son menos efectivos cuando se trata de la ejecución de políticas. El resto de países presentan valores negativos para ambos indicadores. Es interesante señalar la elevada correlación entre la buena gobernanza y la productividad científica (gráfico 7.2).

### Un modelo de unión regional basado en la UE

A escala regional, uno de los avances que han propiciado un mayor impulso en los últimos años ha sido la creación de la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR). El tratado se aprobó en mayo de 2008 y entró en vigor en marzo de 2011; el Consejo Suramericano de Ciencia, Tecnología e Innovación (COSUCTI) se estableció un año después en el marco de la UNASUR, con el fin de promover la cooperación científica.

El modelo del nuevo organismo regional se basa en la Unión Europea (UE) y, por tanto, adopta el principio de libertad de circulación de personas, bienes, capitales y servicios. Los 12 miembros de UNASUR<sup>2</sup> han formulado planes encaminados a establecer una moneda y un parlamento comunes (en Cochabamba, Bolivia), y sopesan la idea de estandarizar los títulos universitarios. La sede principal de UNASUR se encuentra en Quito (Ecuador) y su Banco del Sur, en Caracas (Venezuela). En lugar de crear nuevas instituciones adicionales, UNASUR tiene previsto servirse de los bloques comerciales existentes, como el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y la Comunidad Andina.

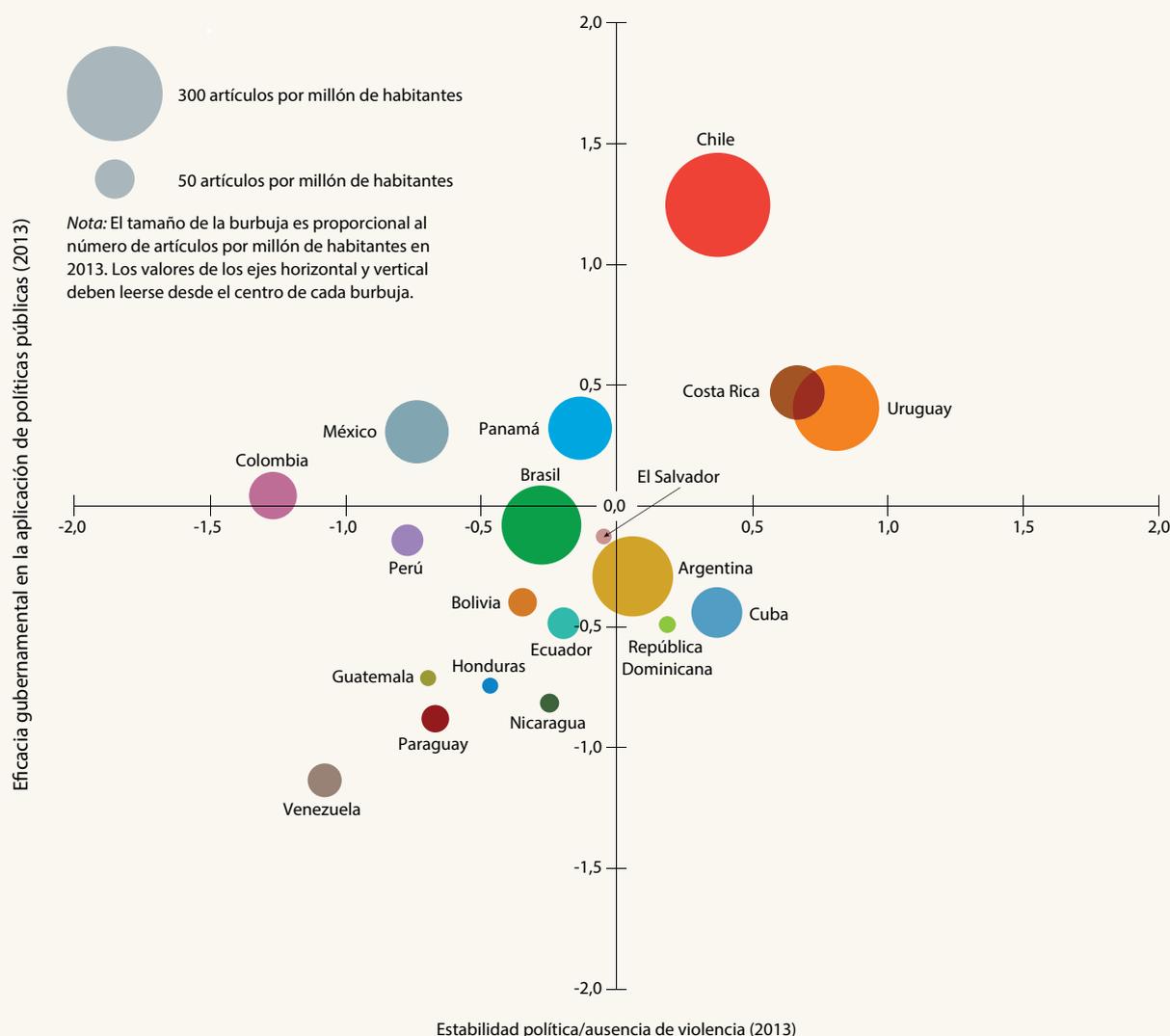
### Las exportaciones de alta tecnología impulsan el crecimiento en muy pocos países

La distribución sectorial de la inversión extranjera directa (IED) en América Latina sigue un patrón bien definido. En 2014, el 18% de la IED orientada a la tecnología de la región se centró en proyectos de bajo nivel tecnológico, un 22% en los de nivel medio-bajo, un 56% en los de nivel medio-alto, y solo un 4% en proyectos de alta tecnología. La inversión en alta tecnología tiende a concentrarse en el Brasil y México, donde es captada en gran parte por el sector automotriz. En el otro extremo de la escala, este tipo de tecnología representa menos del 40% de los flujos de IED a Colombia, Panamá y el Perú. En Bolivia, el sector de las materias primas, en especial la industria minera, concentra la mayor parte. En América Central y en la República Dominicana, donde los recursos naturales no renovables son escasos y la inversión en *maquiladoras*<sup>3</sup> no es muy intensiva en capital, la mayor parte de la inversión se dirige al sector de los servicios, que en el caso de la República Dominicana incluye un competitivo sector turístico. Por otra parte, el Ecuador, Colombia y,

2. Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Suriname, Uruguay y Venezuela.

3. Una *maquiladora* es una zona franca industrial donde las fábricas son exoneradas del pago de derechos aduaneros para que puedan montar y transformar productos utilizando componentes importados, muchos de los cuales se vuelven a exportar posteriormente.

Gráfico 7.2: Relación entre los indicadores de gobernanza y la productividad científica en América Latina, 2013



Fuente: Autor, basado en los indicadores mundiales de gobernanza del Banco Mundial; la División de Estadística de las Naciones Unidas; y el Science Citation Index Extended de Thomson Reuters.

especialmente, el Brasil, cuentan con una distribución más equilibrada de la IED (CEPAL, 2015b).

La mayoría de las economías latinoamericanas se especializan en tecnología de bajo nivel, en lo que se refiere no solo al contenido de sus productos manufacturados, sino también a que las empresas que invierten en un sector tienden a desarrollar su actividad a una distancia considerable de la frontera tecnológica. Además de exigir una mayor innovación, la producción y exportación de bienes de alta o media tecnología requiere un nivel superior de capital físico y humano que los productos de baja tecnología o los que se basan en recursos naturales.

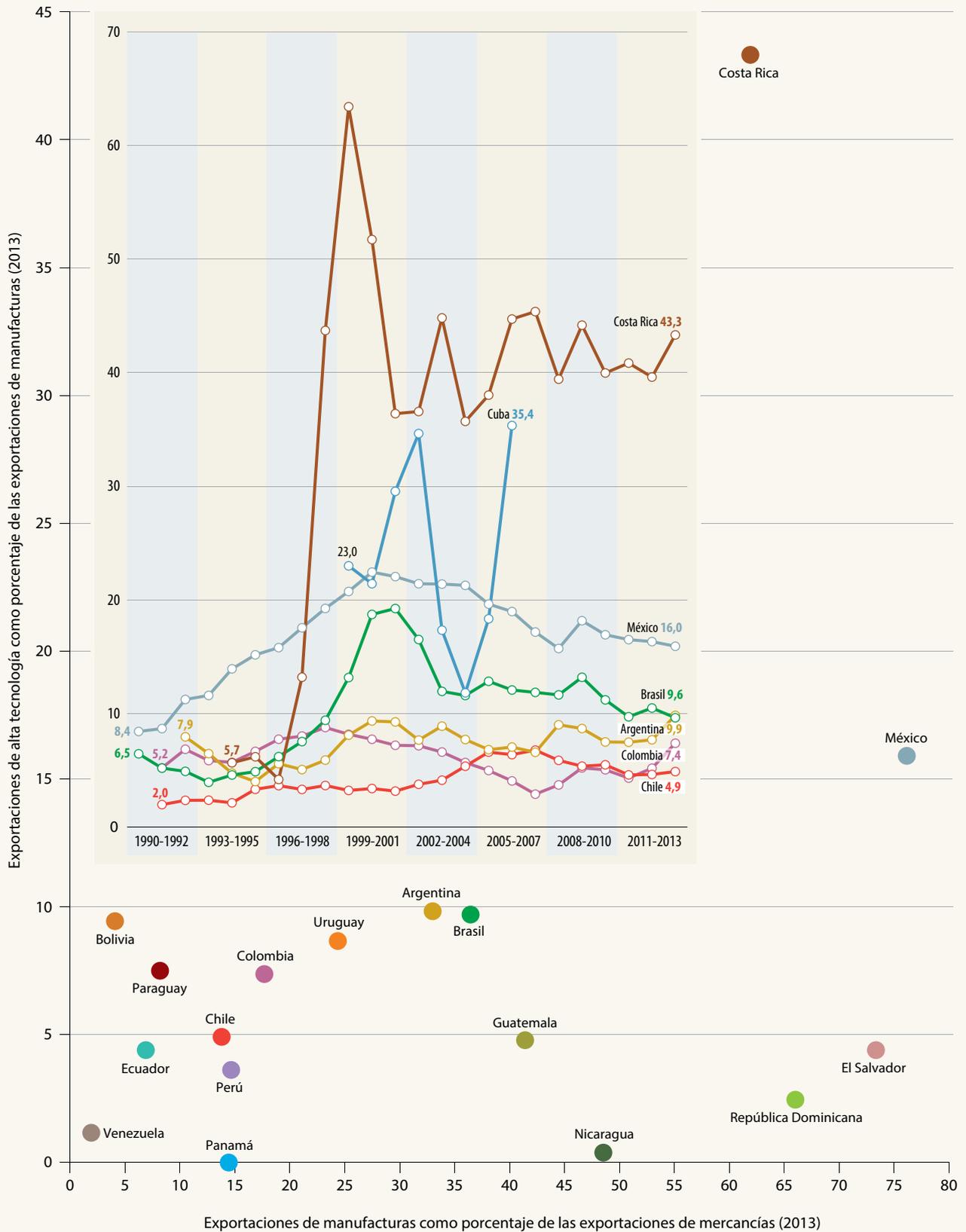
La incorporación de la tecnología a las exportaciones de la región ha tenido efectos diversos. Merced a regímenes

especiales de importación y a una fabricación orientada a la exportación, México y, en menor medida, América Central, han logrado una transformación radical, al pasar de las materias primas a los productos manufacturados de alta y media tecnología. Por el contrario, el contenido tecnológico de las exportaciones sudamericanas no ha cambiado. Esta situación se debe a que, en general, América Latina se especializa en la producción primaria.

Únicamente en Costa Rica y, en menor medida, en México, ciertas exportaciones de alta tecnología impulsan el crecimiento económico en una medida comparable a la de las economías europeas en desarrollo (gráfico 7.3). Por otra parte, desde el año 2000, se ha reducido el componente de alta tecnología de las exportaciones de manufacturas procedentes de México (y del Brasil). En Costa Rica, la elevada proporción

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Gráfico 7.3: Intensidad tecnológica de las exportaciones latinoamericanas, 2013



Fuente: Autor, basado en datos no procesados del Banco Mundial a los que se accedió en julio de 2015.

de exportaciones de alta tecnología puede explicarse por la llegada de Intel, Hewlett-Packard e IBM a finales de la década de 1990; este proceso condujo al crecimiento de la exportación de productos de alta tecnología a un nivel máximo del 63% de las exportaciones de manufacturas, antes de que tal proporción se estabilizara en torno al 45%, según el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia*, 2010. En abril de 2014, Intel anunció que reubicaría en Malasia su planta de montaje de microchips situada en Costa Rica. Se estima que Intel aportó el 11% de las entradas netas de IED entre 2000-2012, y generó el 20% de las exportaciones costarricenses en los últimos años. Se ha estimado que el coste para Costa Rica del cierre del centro de producción de Intel se sitúa en un 0,3%-0,4% del PIB durante un período de 12 meses. El cierre puede reflejar el elevado nivel de competencia en el mercado para el montaje de microchips, o la caída de la demanda de ordenadores personales en todo el mundo. Intel liquidó sus centros de montaje en Costa Rica con la pérdida de 1 500 empleos en 2014, si bien añadió unos 250 puestos de trabajo de alto valor agregado al grupo de investigación y desarrollo de la empresa con sede en este país (Moran, 2014). Por su parte, Hewlett Packard anunció en 2013 que trasladaría 400 puestos de trabajo en servicios relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) desde sus instalaciones costarricenses a Bangalore, en la India, pero que mantendría su sede en Costa Rica.

Una comparación reciente con el sudeste asiático ha puesto de relieve que las condiciones desfavorables para el comercio en América Latina, como la demora en los plazos de los procedimientos administrativos para las exportaciones, han desalentado a las empresas de la región —que son intensivas en exportación— a alcanzar una integración profunda en las cadenas mundiales de suministro (Ueki, 2015). Los costos comerciales también afectan negativamente al desarrollo de industrias manufactureras competitivas a escala internacional en América Latina.

## TENDENCIAS EN LA POLÍTICA Y LA GOBERNANZA DE LA CTI

### Políticas públicas enfocadas en la I+D

Durante la última década, varios países latinoamericanos han otorgado mayor peso político a sus instituciones científicas. Honduras, por ejemplo, ha aprobado una ley (2013) y un decreto asociado (2014) que dan lugar a la creación de un sistema nacional de innovación compuesto por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACIT) y el Instituto Hondureño de Ciencia, Tecnología e Innovación (IHCIETI), entre otros organismos, incluida una fundación nacional para financiar la CTI. En 2009, Colombia aprobó una ley que define las facultades y los mandatos de cada institución en el conjunto de su sistema

nacional de innovación. De este modo, siguió los pasos de Panamá (2007), Venezuela (2005), el Perú (2004), México (2002) y la Argentina (2001).

En algunos casos, estos nuevos marcos jurídicos exigen que las políticas de CTI sean aprobadas por consejos interministeriales como el Gabinete Científico Tecnológico (GACTEC) en la Argentina. En otros, las políticas de CTI las pueden aprobar consejos más eclécticos que reúnen al presidente, secretarios de Estado, academias de ciencias y representantes del sector privado, como en el caso del Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (CGICDTI) en México. Los ecosistemas institucionales más complejos se encuentran en las economías más ricas y de mayor dimensión, como las de la Argentina, el Brasil, Chile y México<sup>4</sup>.

La Argentina, el Brasil y Costa Rica cuentan con ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación. En Cuba, la República Dominicana y Venezuela, por su parte, el Ministerio de Ciencia comparte su mandato con la educación superior o el medio ambiente. Chile dispone de un Consejo Nacional de Innovación y el Uruguay, de un Gabinete Ministerial para la Innovación. Varios países siguen teniendo consejos nacionales de Ciencia y Tecnología con competencias en materia de planificación de políticas, como México y el Perú. Otros cuentan con secretarios nacionales de ciencia y tecnología, como Panamá y el Ecuador. En marzo de 2013, el Ecuador creó asimismo un Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (véase la p. 203). Algunos disponen de departamentos administrativos encargados de la ciencia y la tecnología, como el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (Colciencias).

### Una variedad de sofisticados regímenes de financiación para la I+D

A lo largo del pasado decenio, numerosos países han formulado planes estratégicos y han diseñado diversos instrumentos de política, incluidos incentivos fiscales, para fomentar la innovación en los sectores público y/o privado (Lemarchand, 2010; CEPAL, 2014; BID, 2014). En Colombia, por ejemplo, el 10% de los ingresos procedentes del Fondo del Sistema General de Regalías (constituido en 2011) se destina a CTI. En el Perú, el 25% de las regalías de la explotación de diversos recursos naturales se asigna al gobierno de la región en la que la minería haya tenido lugar, mediante lo que se conoce como Fondos de Canon (constituidos en 2001); de estas regalías, el 20% se destina exclusivamente a la inversión pública en la investigación académica que promueve el

4. Los organigramas completos de todos los países de América Latina y el Caribe pueden consultarse en el Observatorio Mundial de Instrumentos de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación (GO→SPIN) de la UNESCO, que desarrolló un prototipo en 2010 para el seguimiento de estos sistemas nacionales de innovación. Véase: <http://spin.unesco.org.uy>.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

desarrollo regional a través de la ciencia y la ingeniería. En el Perú, el 5% de las regalías de la minería son asignadas a universidades por ley (2004). Una ley similar adoptada por Chile en 2005 atribuye el 20% de los ingresos de la minería a un fondo de innovación (BID, 2014).

Los mecanismos más tradicionales para promover la investigación científica en América Latina son las subvenciones otorgadas por concurso y los centros de excelencia. Los fondos concedidos por concurso pueden destinarse a las infraestructuras y el equipamiento de laboratorios, y adoptan la forma de becas de viaje, becas de investigación, subvenciones al desarrollo tecnológico o incentivos financieros que recompensen la productividad científica de determinados investigadores. El Programa de Incentivos a los Docentes-Investigadores en la Argentina, y el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en México<sup>5</sup> han desempeñado un papel fundamental en la expansión de la investigación académica. Dos ejemplos de centros de excelencia son el Programa Iniciativa Científica Milenio en Chile y el Centro de Excelencia en Genómica en Colombia.

En las dos últimas décadas, la mayoría de los países latinoamericanos han creado fondos competitivos específicos para la investigación y la innovación<sup>6</sup>. La mayoría de estos fondos tuvieron su origen en una serie de préstamos nacionales facilitados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Este ejerce una influencia considerable en el diseño de las políticas nacionales de investigación e innovación, al proponer términos de referencia específicos respecto al modo en que deben implementarse estos préstamos: en forma de subvenciones por concurso, créditos, becas, asociaciones de entidades públicas y privadas, nuevos procedimientos de evaluación y valoración, etc.

Cuba adoptó este modelo de financiación competitiva en 2014, con la creación del Fondo Financiero de Ciencia e Innovación (FONCI), que promueve la investigación y la innovación en el sector público y empresarial. Se trata de un importante avance para Cuba, teniendo en cuenta que, hasta la fecha, la mayor parte del presupuesto de investigación para todas las instituciones dedicadas a la I+D, el personal y los proyectos de investigación ha procedido de las asignaciones presupuestarias del erario público.

5. Tanto el Programa de Incentivo a Docentes Investigadores (Argentina), como el Sistema Nacional de Investigadores (México), establecieron un incentivo financiero dirigido a los profesores universitarios, proporcional a su productividad científica anual y su categoría de investigador.

6. Constituyen ejemplos de esta actividad el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR, Argentina), el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF, Chile), el Fondo de Riesgo para la Investigación (FORINVES, Costa Rica), el Fondo Financiero de Ciencia e Innovación (FONCI, Cuba), el Fondo de Apoyo a la Ciencia y Tecnología (FACYT, Guatemala), el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT, Paraguay), el Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCYT, Perú) y la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII, Uruguay).

### Un cambio hacia la financiación sectorial de la I+D

El Brasil estableció 14 fondos sectoriales entre 1999 y 2002 con el fin de canalizar determinados impuestos<sup>7</sup> aplicados a empresas de titularidad estatal específicas hacia la actividad de fomento del desarrollo industrial en sectores y servicios clave, como los del petróleo y el gas, la energía, el espacio o la tecnología de la información. La Argentina, México y el Uruguay han reorientado sus políticas hacia este tipo de financiación vertical, frente a la financiación horizontal que tiende a no priorizar determinados campos específicos. México adoptó 11 fondos sectoriales en 2003 y un 12º para la investigación sobre sostenibilidad en 2008. Otros ejemplos son el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC, constituido en 2009) y el Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT, establecido en 2004), así como el Fondo Sectorial de Investigación e Innovación INNOVAGRO para el área agropecuaria y agroindustrial uruguayana (constituido en 2008).

El Brasil puso en marcha su propio programa Inova-Agro a mediados de 2013. Desde entonces, Inova-Agro se ha convertido en la principal herramienta para canalizar fondos desembolsados por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) hacia el sector agropecuario, ya que se encarga de gestionar más del 80% de un total aproximado de 27 millones de dólares estadounidenses. Más de cuatro quintas partes de la financiación de Inova-Agro se destinan a la ganadería, la pesca y la acuicultura.

Los fondos sectoriales ilustran la complejidad de los instrumentos de política que promueven la investigación y la innovación en América Latina (cuadro 7.1), aun cuando estas herramientas han resultado ser más eficaces en algunos países que en otros. Sin embargo, todos los países afrontan los mismos desafíos. Por una parte, es necesario vincular la investigación endógena con la innovación en el sector productivo: este problema ya se señaló en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* de 2010, y se deriva de la falta de políticas sectoriales a largo plazo (a lo largo de décadas) para promover la innovación del sector privado. También es necesario diseñar y desarrollar instrumentos de política más efectivos con el fin de conectar los sectores de la demanda y de la oferta de los sistemas nacionales de innovación. Además, en la mayoría de los países latinoamericanos, existe una escasa cultura de evaluación y supervisión de programas y proyectos científicos; únicamente la Argentina y el Brasil pueden presumir de contar con instituciones que lleven a cabo estudios estratégicos de prospectiva; en concreto, el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE) en el Brasil, y el nuevo Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI) en la Argentina, que se inauguró en abril de 2015.

7. Para más información, véase el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia*, 2010.

Cuadro 7.1: Inventario de instrumentos de política de CTI en América Latina, 2010-2015

País	Número de instrumentos de política operativos por objetivo												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Argentina	22	9	25	2	32	15	5	4	5	14	12	10	38
Bolivia	2	1	1	1	8	1	1	1	4		3	1	5
Brasil	15	10	31	6	6	15	5	5		5	8	4	27
Chile	25	12	25	6	24	17	7			6	14	6	37
Colombia	6	1	2	1	10	1		1	3	2	2	1	6
Costa Rica	2	2	10	2	23	4	3				4	4	4
Cuba					5						1		
República Dominicana					1								
Ecuador			5		4	2	2		4	1	1		4
El Salvador		4	2		5		9	1			6		2
Guatemala	3		6		6		2				1		4
Honduras	1		1		1		2						1
México	16	9	13	5	6	14	6		3	4	6	5	19
Nicaragua	1		1									1	
Panamá	5	2	14		6		3			1	1	1	4
Paraguay	8	1	6		5	4	1			3	2	5	3
Perú	10	7	12	1	6	3	5		1		1	2	6
Uruguay	13	3	11	1	13	9	2	3		3	8	4	14
Venezuela	5	1	3	2	7						2	1	2

Instrumentos de política para:

- Fortalecimiento de la producción de nuevos conocimientos científicos endógenos;
- Fortalecimiento de la infraestructura de laboratorios de investigación públicos y privados;
- Desarrollar recursos humanos para la investigación, la innovación y la planificación estratégica;
- Promover la igualdad de género en la investigación y la innovación;
- Reforzar la apropiación social del conocimiento científico y las nuevas tecnologías;
- Desarrollo de áreas estratégicas tecnológicas y nuevos productos y servicios de nicho con alto valor agregado;
- Fortalecimiento de los programas de educación científica en todos los niveles educativos;
- Promocionar el desarrollo de tecnologías verdes y aquellas que fomenten la inclusión social;
- Promover los sistemas de conocimiento indígenas;
- Consolidar los procesos de coordinación, creación de redes e integración en el ecosistema de la investigación y la innovación, con el fin de promover las sinergias entre los sectores públicos, universitarios y productivos;
- Fortalecer la calidad de los estudios de prospectiva tecnológica para: evaluar el potencial de los mercados de alto valor, desarrollar planes de negocios para las empresas de alta tecnología, construir y analizar escenarios a largo plazo y proporcionar servicios de consultoría e inteligencia estratégica;
- Fortalecer la cooperación regional e internacional para la creación de redes y la promoción de la ciencia y la tecnología;
- Promover nuevas empresas en campos de alta tecnología para la generación de nuevos productos y servicios de gran especialización con un valor añadido elevado.

Fuente: Recopilada por el autor sobre la base de instrumentos de política operativos recopilados por la oficina de Montevideo de la UNESCO (<http://spin.unesco.org.uy>) y clasificados con arreglo a la nueva metodología de GO→SPIN: véase UNESCO (2014) *Proposed Standard Practice for Surveys on Science, Engineering, Technology and Innovation (SETI) Policy Instruments, SETI Governing Bodies, SETI Legal Framework and Policies* (Propuesta de práctica estándar para las encuestas sobre los instrumentos de política en materia de ciencia, ingeniería, tecnología e innovación (CITI), los órganos de gobierno que rigen esta, y el marco jurídico y las políticas de CITI).

## TENDENCIAS DE LOS RECURSOS HUMANOS

### Gasto elevado en enseñanza superior

Muchos gobiernos latinoamericanos dedican más del 1% del PIB a la enseñanza superior (gráfico 7.4), lo que representa un nivel similar al de los países desarrollados. Asimismo, desde 2008, en Chile y Colombia, se ha producido un fuerte crecimiento tanto del gasto por alumno, como de la matriculación universitaria.

Tanto el número de titulados universitarios como el de instituciones de enseñanza superior se han ido expandiendo de manera constante durante los últimos decenios. Según el Instituto de Estadística de la UNESCO, se otorgaron más de 2 millones de títulos de licenciado o equivalente en América Latina en 2012, un 48% más que en 2004. La mayoría de los titulados fueron mujeres<sup>8</sup>. Asimismo, el aumento en el número

de doctorados ha resultado ser casi tan espectacular como el anterior: 44% desde 2008 (23 556 en 2012). La proporción de doctorados dentro de la población general en los países más avanzados de América Latina resulta comparable a las cifras de China, la India, la Federación de Rusia y Sudáfrica, pero está aún lejos de las de los países más desarrollados (gráfico 7.4).

Seis de cada diez licenciados se especializan en ciencias sociales (gráfico 7.4), frente a solo uno de cada siete en ingeniería y tecnología. Esta tendencia contrasta claramente con la de las economías emergentes como China, la República de Corea o Singapur, donde la gran mayoría de titulados estudian ingeniería y tecnología. En 1999, existía en América Latina una proporción equivalente de estudiantes de doctorado en las ciencias sociales y en las ciencias naturales y exactas, pero la región nunca se ha recuperado del gran desapego por estos dos últimos campos desde finales del siglo pasado (gráfico 7.4).

la República Dominicana y Honduras (64%), el Brasil (63%), Cuba (62%), la Argentina (61%), El Salvador (60%), Colombia (57%), Chile (56%) y México (54%).

8. Las proporciones más altas se observaron en Panamá y el Uruguay (66%),

## Gráfico 7.4: Tendencias de la enseñanza superior en América Latina, 1996-2013

### Once países destinan más del 1% del PIB a la enseñanza superior

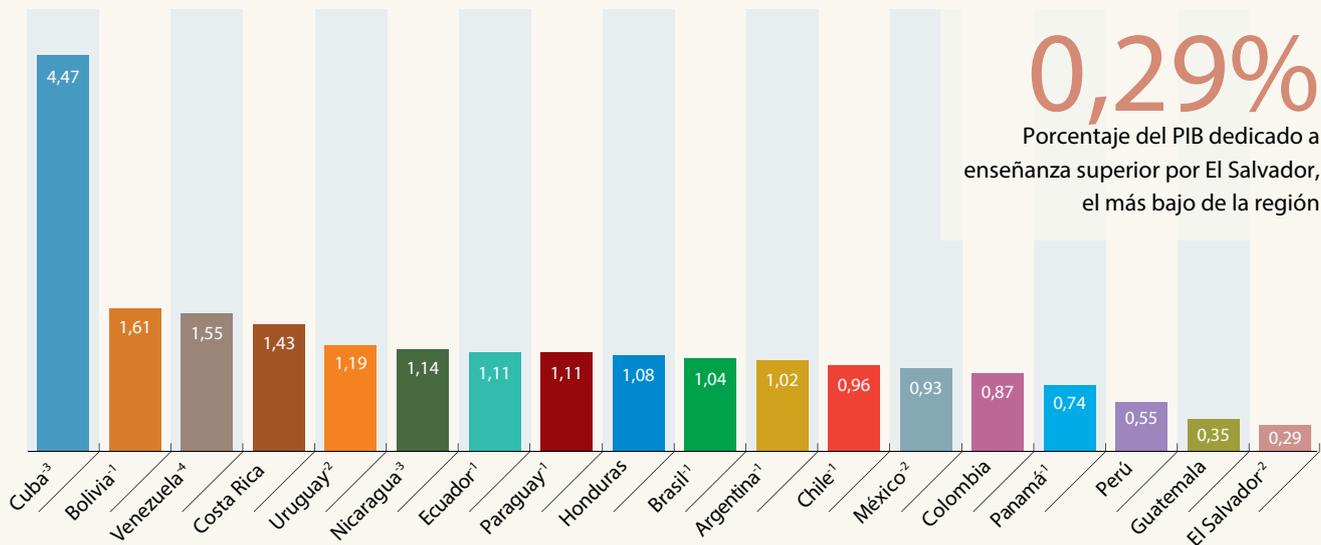
Gasto en enseñanza superior como porcentaje del PIB, 2013 o el año más cercano a este (%)

**4,47%**

Porcentaje del PIB dedicado a enseñanza superior por parte de Cuba, el más alto de la región

**0,29%**

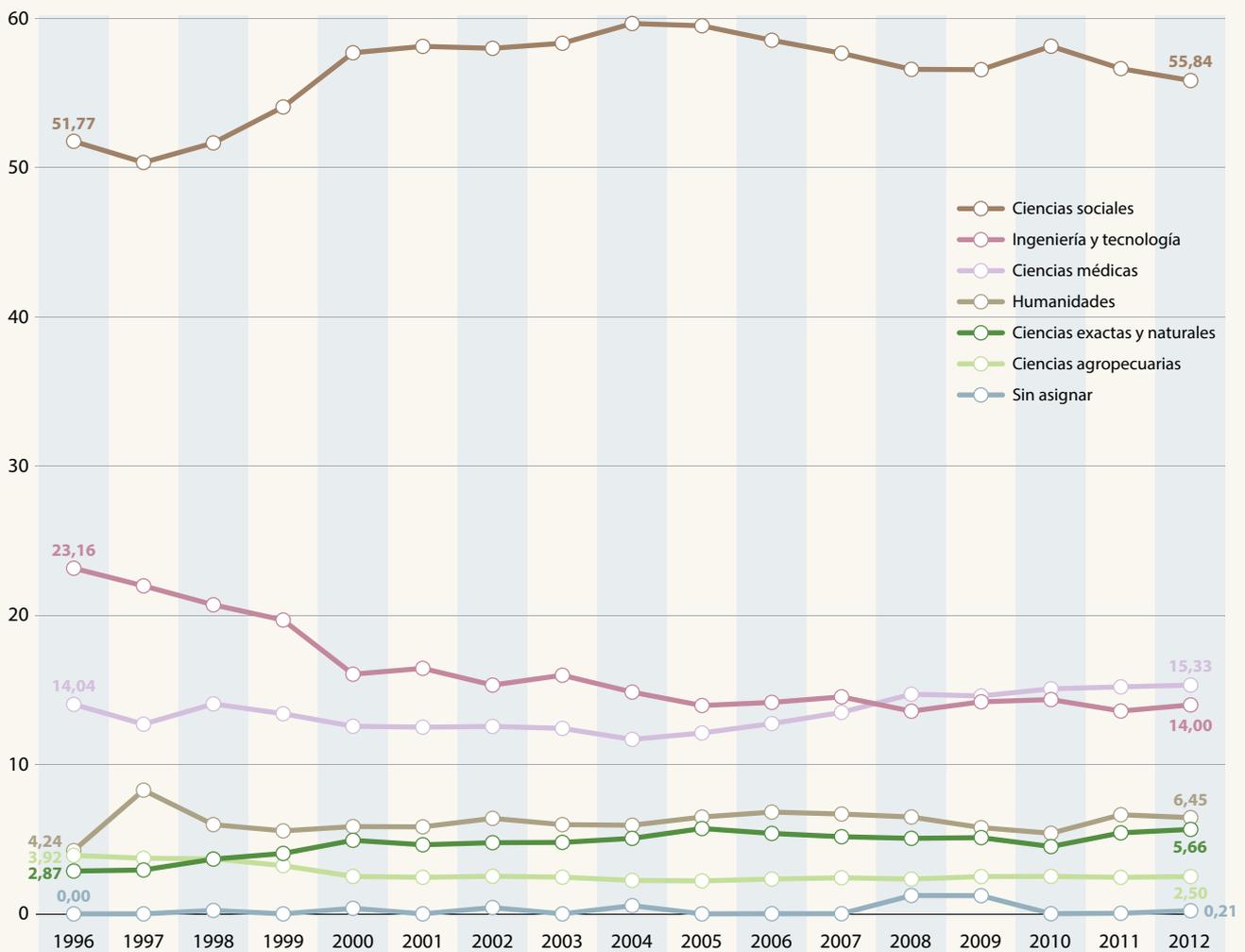
Porcentaje del PIB dedicado a enseñanza superior por El Salvador, el más bajo de la región



+n/-n = los datos corresponden a n años antes o después del año de referencia.

## La gran mayoría de los licenciados en América Latina se gradúan en ciencias sociales

Distribución de títulos de licenciatura por campo de estudio, 1996-2012 (%)



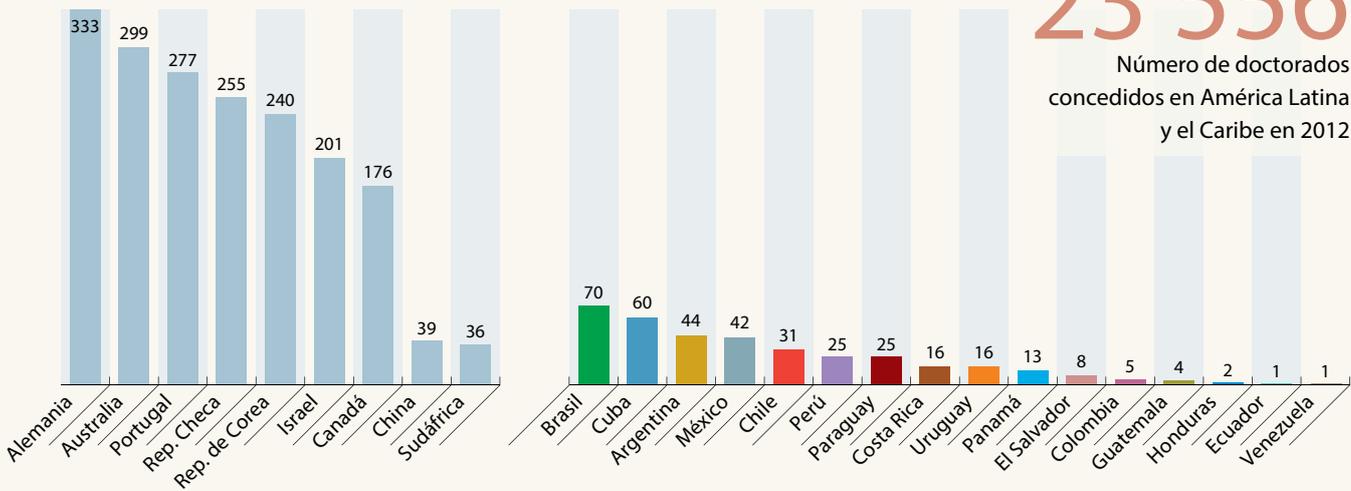
## El Brasil es el país con más doctorados por millón de habitantes en América Latina

Doctorados por millón de habitantes, 2012

Se incluyen países de fuera de América Latina con fines comparativos

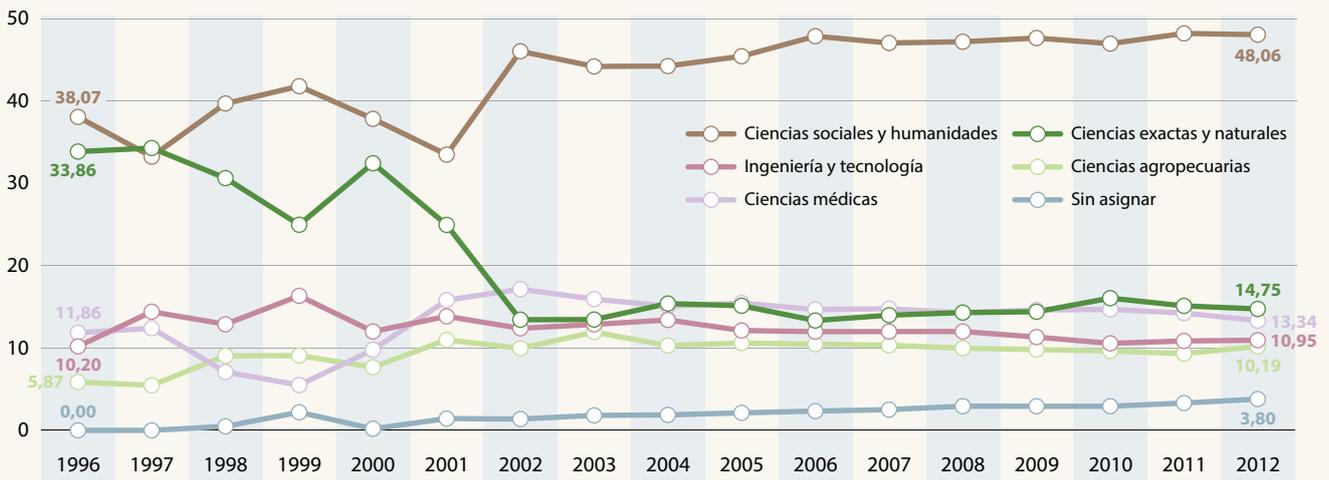
# 23 556

Número de doctorados concedidos en América Latina y el Caribe en 2012



## La proporción de doctorados en ciencias naturales no se ha recuperado desde que este indicador se desplomó hace una década

Distribución de doctorados en América Latina por campos de estudio, 1996-2012 (%)

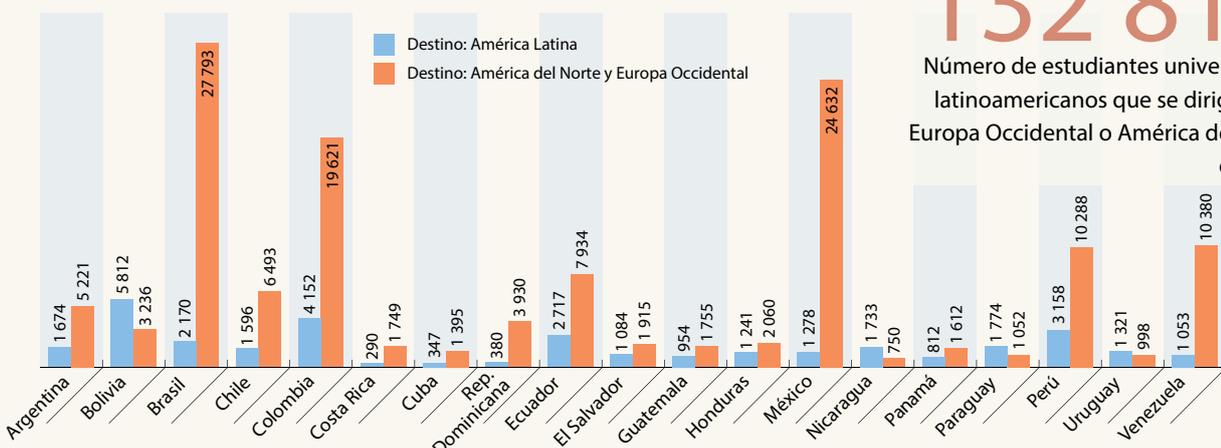


## Los estudiantes se dirigen a Europa Occidental y América del Norte más que a otros países latinoamericanos, con excepción de los que proceden de Bolivia, Nicaragua, el Paraguay y el Uruguay

Número de estudiantes universitarios de América Latina que viven en el extranjero, 2013

# 132 814

Número de estudiantes universitarios latinoamericanos que se dirigieron a Europa Occidental o América del Norte en 2013



Fuente: En lo que respecta a los gastos de enseñanza superior y a los estudiantes que viven en el extranjero: Instituto de Estadística de la UNESCO; para el número de estudiantes graduados: base de datos de RICYT, julio de 2015; para los estudiantes de doctorado por millón de habitantes, estimaciones basadas en los datos del Instituto de Estadística de la UNESCO y de la División de Estadística de las Naciones Unidas.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

## Proporción elevada de alumnos que viven en el extranjero

Entre los alumnos de la región matriculados en estudios terciarios en el extranjero, los residentes en América del Norte o Europa occidental (132 806) cuadruplicaron a los que vivían en América Latina (33 546) en 2013 (gráfico 7.4). Aunque la mayoría de estos estudiantes internacionales proceden de los países más poblados, algunos Estados de menor dimensión también cuentan con grandes contingentes, como es el caso de los ecuatorianos en los Estados Unidos de América (gráfico 7.4). Los ratios más elevados (por población nacional) de alumnos residentes en países desarrollados se encuentran en el Ecuador, Colombia, la República Dominicana y Panamá.

Unos 3 900 estudiantes de origen latinoamericano obtuvieron su doctorado en ciencias o ingeniería en universidades estadounidenses entre 2008 y 2011 (NSB, 2014). Aunque entre un tercio y la mitad suelen declarar su intención de permanecer en los EE. UU. indefinidamente, el número de doctorados y postdoctorados que regresan a su país de origen después de estudiar en el extranjero se aproxima al de los formados en instituciones nacionales, como en el caso de Panamá.

Numerosos bolivianos, colombianos, ecuatorianos y peruanos optan por estudiar en América Latina, pero fuera de su país de origen. En relación con la población, Bolivia sigue ocupando un lugar elevado en la lista, pero en esta ocasión en compañía de Nicaragua, Panamá y el Uruguay. Cuba es uno de los destinos más populares para los estudiantes dentro de Latinoamérica: el Instituto de Estadística de la UNESCO estima que unos 17 000 alumnos procedentes de otros países latinoamericanos residen en Cuba, frente a los 5 000 que viven en el Brasil y unos 2 000 en la Argentina y Chile, respectivamente.

## Programas para reforzar las redes de conocimiento

A la luz de la escasez de ingenieros, geólogos, oceanógrafos, meteorólogos y otros especialistas, la Argentina, el Brasil y Chile han adoptado un conjunto de incentivos financieros y programas de becas destinados a atraer a estudiantes universitarios hacia estos campos estratégicos. Asimismo, han puesto en marcha nuevas iniciativas para la concesión de becas con el fin de promover la incorporación de extranjeros a programas de doctorado. En 2013, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México y la Organización de Estados Americanos crearon conjuntamente un programa que ofrece 500 becas a lo largo de los próximos cinco años para la formación de posgrado en biología, química, ciencias de la Tierra, ingeniería, matemáticas y física, con el fin de facilitar los intercambios de estudiantes graduados en el conjunto de América.

Otro hito ha consistido en la creación de un instituto de investigación en colaboración con el Centro Internacional Abdus Salam de Física Teórica (CIFT) de la UNESCO, la Universidad

Estatad de São Paulo y la Agencia de Financiación de la Investigación de São Paulo (FAPESP): el Instituto Sudamericano de Investigación Básica (CIFT), ubicado en la Universidad Estadad de São Paulo. Entre 2012 y 2015, este nuevo Instituto organizó 22 escuelas regionales para estudiantes graduados, 23 seminarios regionales y 18 "miniescuelas" regionales.

En las últimas décadas, varios países latinoamericanos han procurado fortalecer las redes de conocimiento en el ámbito nacional mediante el refuerzo de los vínculos con la diáspora. Los que proponen la mayor variedad de becas y programas de formación son la Argentina, el Brasil, Chile y México. En la Argentina, el Programa Raíces se convirtió en política estatal en 2008, y ha dado lugar a la repatriación de unos 1 200 investigadores altamente cualificados desde su creación en 2003, paralelamente a la promoción de la creación de redes de científicos argentinos en los países desarrollados.

Otros ejemplos de este tipo de iniciativa son los de la *Red de Talentos Mexicanos*, constituida en 2005, el Foro Bilateral México-Estados Unidos de América sobre Educación Superior, Innovación e Investigación (FOBESII, establecido en 2014), Chile Global y, en el Brasil, Ciencia sin Fronteras (véase el cuadro 8.3). Colombia, el Ecuador y el Uruguay han adoptado también iniciativas sólidamente financiadas. Algunos regímenes favorecen la repatriación de científicos, con un conjunto de sofisticados mecanismos para la coordinación de estos esquemas con las políticas de desarrollo industrial y producción, al objeto de facilitar la incorporación a la economía nacional de este personal altamente cualificado. Otros instrumentos promueven visitas de corta duración (2-3 meses) por parte de expertos a efectos de la impartición de cursos de posgrado.

El programa Start-Up Chile (2010) adopta un enfoque diferente. Su objetivo es atraer a emprendedores de todo el mundo con la esperanza de que su presencia en Chile ayude a transmitir un conocimiento tácito respecto a la iniciativa empresarial a los emprendedores locales, de un modo que resultaría imposible mediante los enfoques tradicionales de formación y becas (véase asimismo el recuadro 7.1).

## La mayoría de los países necesitan más investigadores

En los últimos años, ha aumentado considerablemente el número de investigadores a tiempo completo en Costa Rica, el Ecuador y Venezuela, mientras que otros países han experimentado un crecimiento menos vigoroso (gráfico 7.5). Los países latinoamericanos suelen ir a la zaga de las economías abiertas y más dinámicas en cuanto al número de investigadores por millón de habitantes, aunque los dos primeros países en esta clasificación, la Argentina (1 256) y Costa Rica (1 289), presentan ratios por encima del promedio mundial: 1 083 (véase el cuadro 1.3).

**Recuadro 7.1: Tenaris: una universidad corporativa que refuerza las capacidades industriales internas**

Atraer y retener a científicos e ingenieros de talento sigue constituyendo un reto fundamental para el sector industrial en América Latina. En las últimas dos décadas, empresas de gran relevancia han invertido en el desarrollo de universidades corporativas en todo el mundo: Motorola, Mastercard, Toyota, Cisco, etc.

En 2005, Tenaris, una empresa de origen argentino, creó la primera universidad corporativa en América Latina. Tenaris es un fabricante líder de tuberías de acero sin costura para la industria del petróleo y el gas mundial,

con instalaciones en nueve países,\* y una plantilla de más de 27 000 empleados.

La Universidad de Tenaris ha ubicado su campus principal en Campana (2008), la Argentina, y cuenta con otros tres centros de formación en el Brasil, Italia y México. La universidad ofrece a los empleados la posibilidad de elegir entre 450 cursos virtuales y 750 presenciales en sus Escuelas Industriales (para ingenieros en empresas), Escuelas de Finanzas y Administración, Gestión Comercial, y Tecnología de la Información y sus Escuelas de Estudios Técnicos. El cuerpo docente está integrado por expertos

internos reclutados entre los miembros de la plantilla de la empresa.

La empresa ha compensado la reciente caída de la demanda global de sus productos mediante el aumento del número de horas que sus empleados dedican a la formación. De esta manera, una vez que la demanda se recupere de nuevo, los empleados deben regresar a sus puestos de trabajo habiendo desarrollado nuevas capacidades y destrezas.

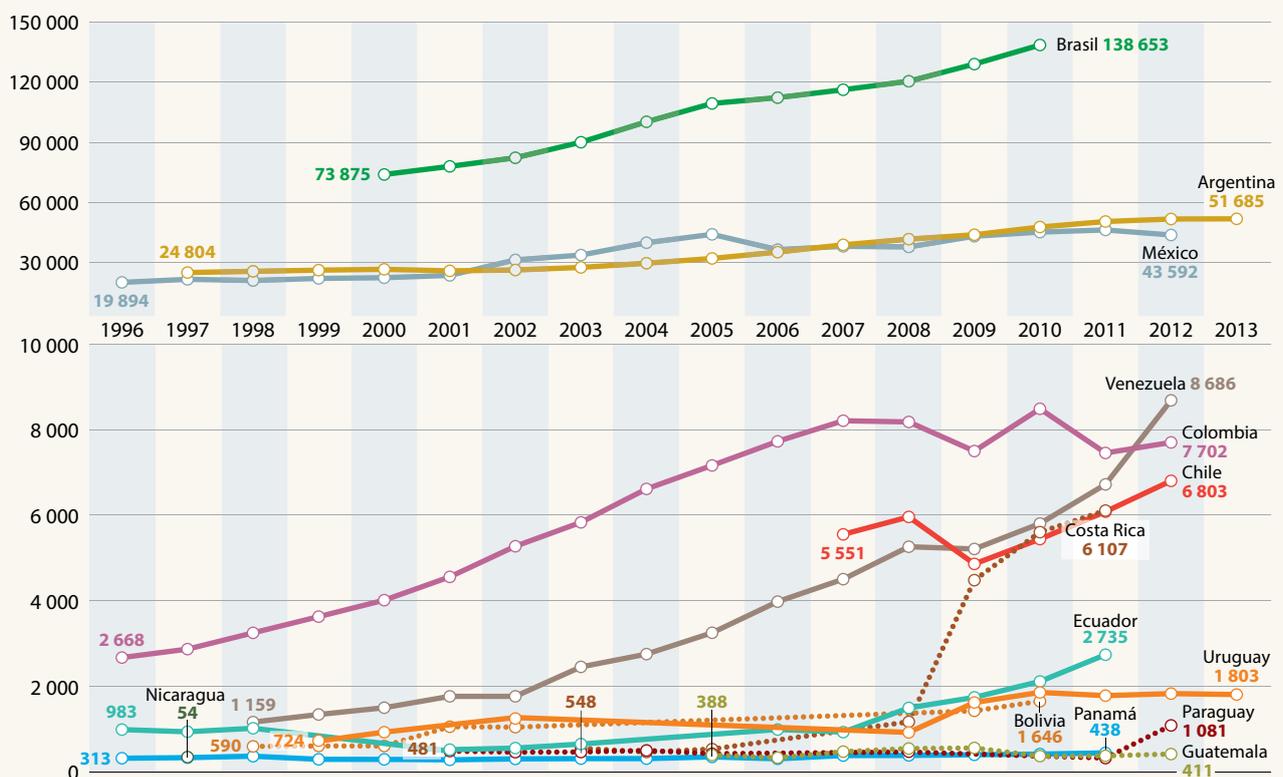
\*Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Estados Unidos de América, Italia, Japón, México y Rumania.

Fuente: Compilado por el autor.

La Argentina sigue teniendo el mayor número de investigadores equivalente jornada completa (EJC) por cada mil miembros de la población económicamente activa (PEA). La proporción de la Argentina llega a doblar a la del

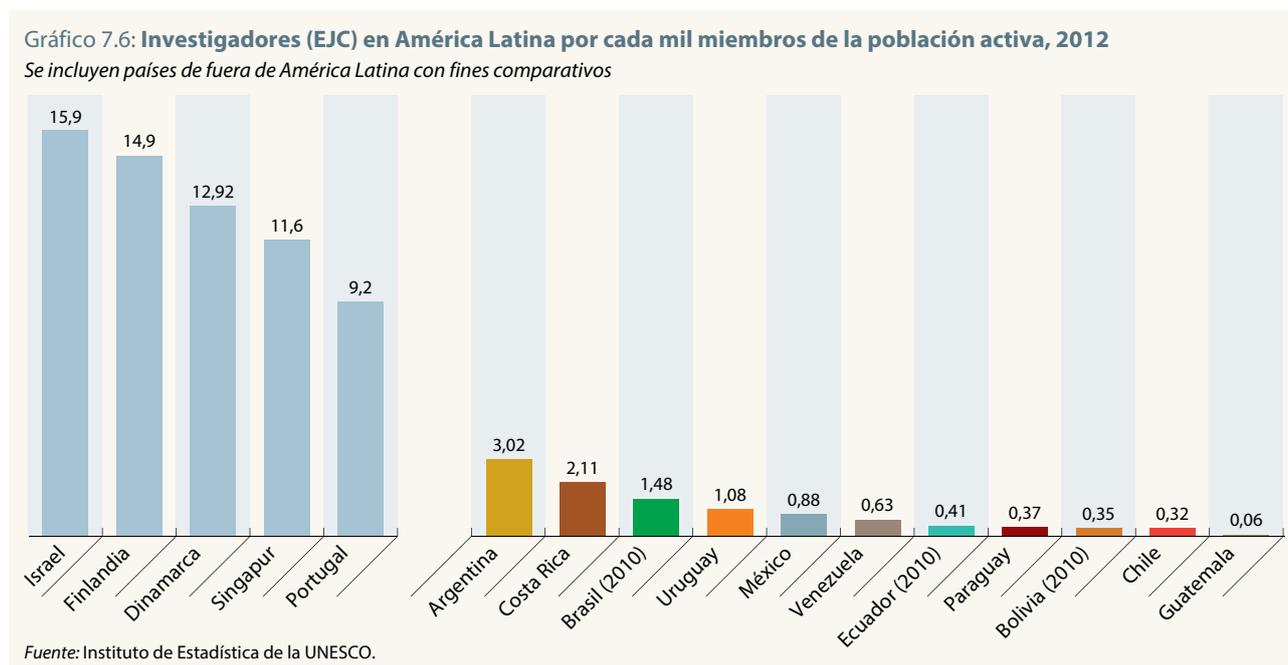
Brasil, supera en 3,4 veces a la de México, en casi diez a la de Chile. Con todo, a la Argentina le queda aún un gran trecho por recorrer para ponerse a la altura de las economías desarrolladas (gráfico 7.6).

**Gráfico 7.5: Investigadores (EJC) en América Latina, 1996-2013**



Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA



En cualquier caso, América Latina, como región, destaca por otros indicadores, como la participación de las mujeres en la investigación (Lemarchand, 2010, pp. 56-61). Un estudio reciente ha puesto de relieve que América Latina también presenta las tasas más elevadas de emprendimiento de las mujeres, y una menor brecha de género en materia de investigación que otras regiones (BID, 2015; véase asimismo el capítulo 3). No resulta sorprendente, teniendo en cuenta los instrumentos de política explícitos que promueven a las mujeres en la ciencia y la ingeniería en América Latina. Las más convincentes de tales herramientas son el Programa de Mujeres y Ciencia, en el Brasil, y el Programa de Becas de Postgrado para Mujeres Indígenas en México.

## EVOLUCIÓN DEL GASTO EN I+D

### Los países podrían invertir más en I+D

En 2012, el gasto bruto en I+D (GBID) en América Latina y el Caribe superó los 54 000 millones (en dólares constantes de 2012 en PPA)<sup>9</sup>, lo que representa un incremento del 1,7% respecto a 2003. Solo tres países concentran el 91% del GBID: la Argentina, el Brasil y México. El Brasil es el único país con un esfuerzo en I+D superior al 1% del PIB (véase el capítulo 8 y el gráfico 7.7).

El GBID se ha mantenido relativamente constante en América Latina a lo largo de las últimas décadas (Lemarchand, 2010, pp. 35-37). Desde 2006, el gasto en I+D ha crecido moderadamente en la Argentina, el Brasil y México. Por el momento, no existen datos que acrediten que Chile o Colombia

estén procurando aumentar la intensidad de sus gastos en I+D. Entre las economías de menor dimensión, Costa Rica y el Uruguay cuentan con el mayor nivel de inversión en I+D, mientras que el GBID parece fluctuar en Bolivia, Cuba, el Ecuador y Panamá.

El sector público sigue siendo la principal fuente de financiación, especialmente en la Argentina, Cuba, México y el Paraguay. Las empresas de la región aportan en torno al 40% de la financiación de la I+D (gráfico 7.7), y el Brasil supera ligeramente esta proporción (véase el capítulo 8). El sector público sigue desarrollando una parte mayoritaria de las actividades de investigación. Seis países reciben una proporción considerable de los fondos destinados a investigación del extranjero: Chile, El Salvador, Guatemala, Panamá, Paraguay y Uruguay (gráfico 7.7). En el caso de Chile, la elevada proporción del GBID financiado desde el extranjero (18%) corresponde a la actividad de un grupo de observatorios astronómicos europeos y norteamericanos, mientras que en Panamá (21%), se debe a la presencia Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

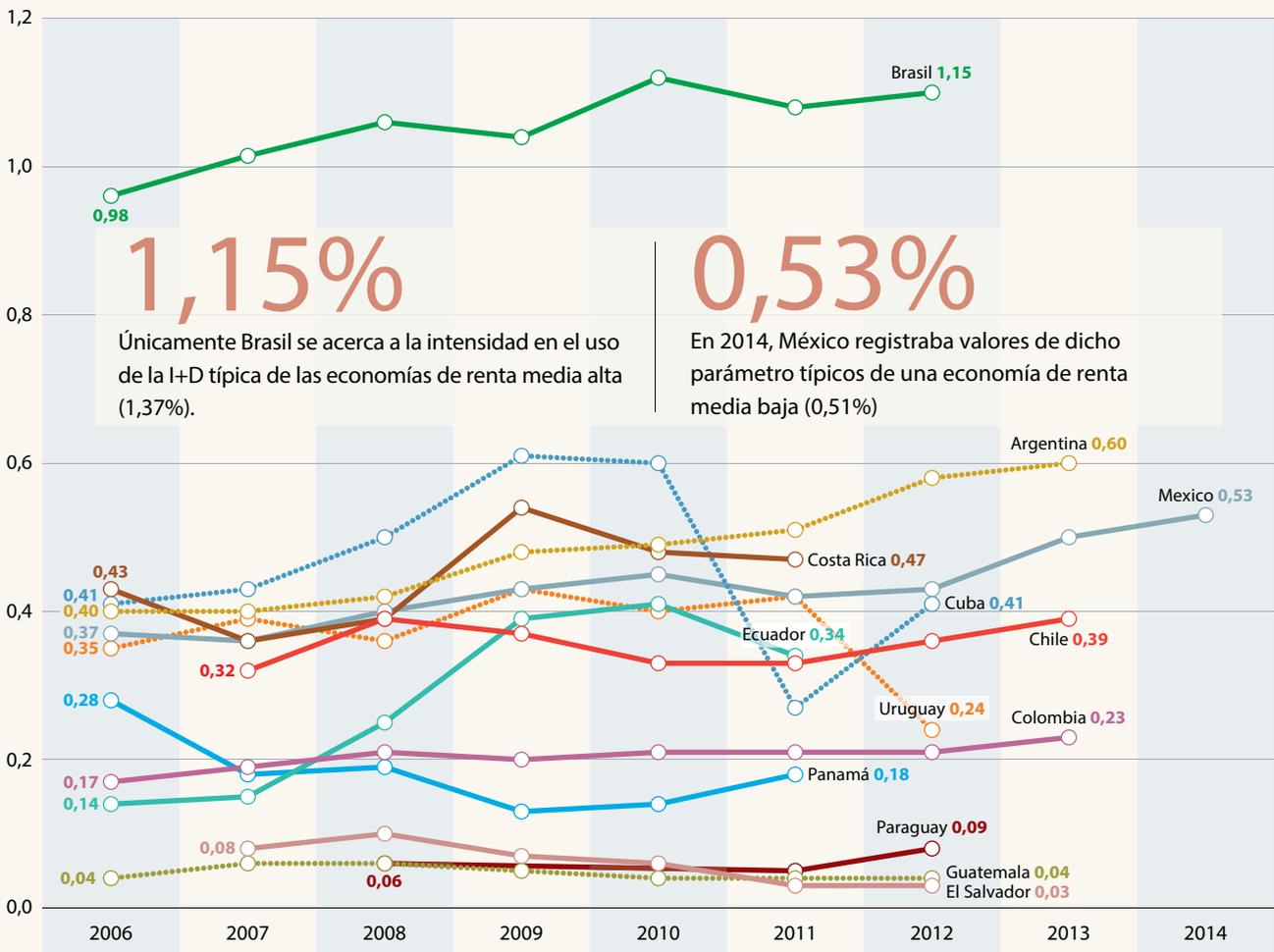
El desglose del gasto en I+D por objetivos socioeconómicos se encuentra disponible únicamente para un pequeño grupo de países. En 2012, la Argentina y Chile asignaron un tercio de este gasto a ingeniería y tecnología, una cuota considerable para tratarse de economías emergentes. Ambos priorizaron la producción y la tecnología industrial y agrarias. Los países de menor tamaño hicieron hincapié en la producción agraria (Guatemala y Paraguay), la salud humana (El Salvador, Guatemala y Paraguay), las estructuras sociales (Ecuador), y las infraestructuras, la energía y el medio ambiente (Panamá).

<sup>9</sup> Las estimaciones originales de RICYT se efectuaron sobre la base de los dólares internacionales corrientes en PPA. Con el fin de eliminar las distorsiones causadas por la inflación, en este caso, hemos ajustado tales valores a los dólares constantes en PPA (2012).

## Gráfico 7.7: Tendencias del GBID en América Latina y el Caribe, 2006-2014 (%)

Pocos países latinoamericanos han asistido a un aumento constante de la intensidad en el uso de la I+D durante la última década

GBID como proporción del PIB, 2006-2014 (%)



Nota: No existen datos disponibles para Honduras, Nicaragua, el Perú y Venezuela. En el caso de Bolivia, solo se dispone de los datos de 2009 (0,15%).

## Las ciencias agrícolas concentran dos tercios del gasto en I+D del Paraguay

GBID por campo de la ciencia, 2012 (%)

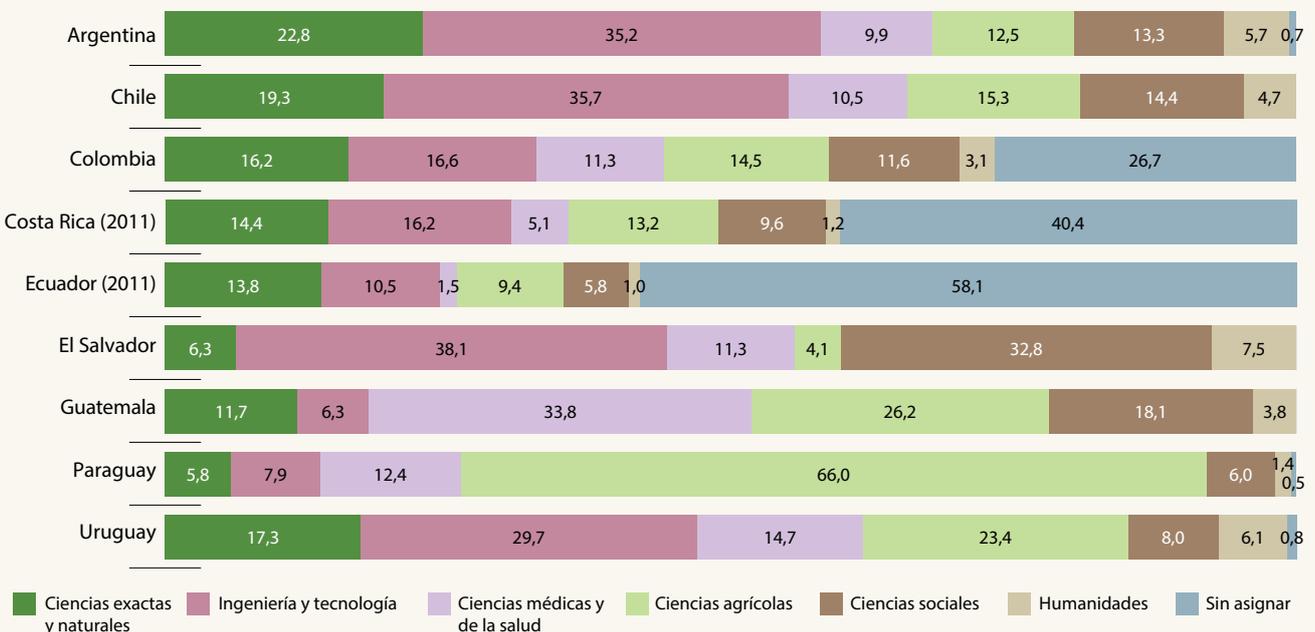
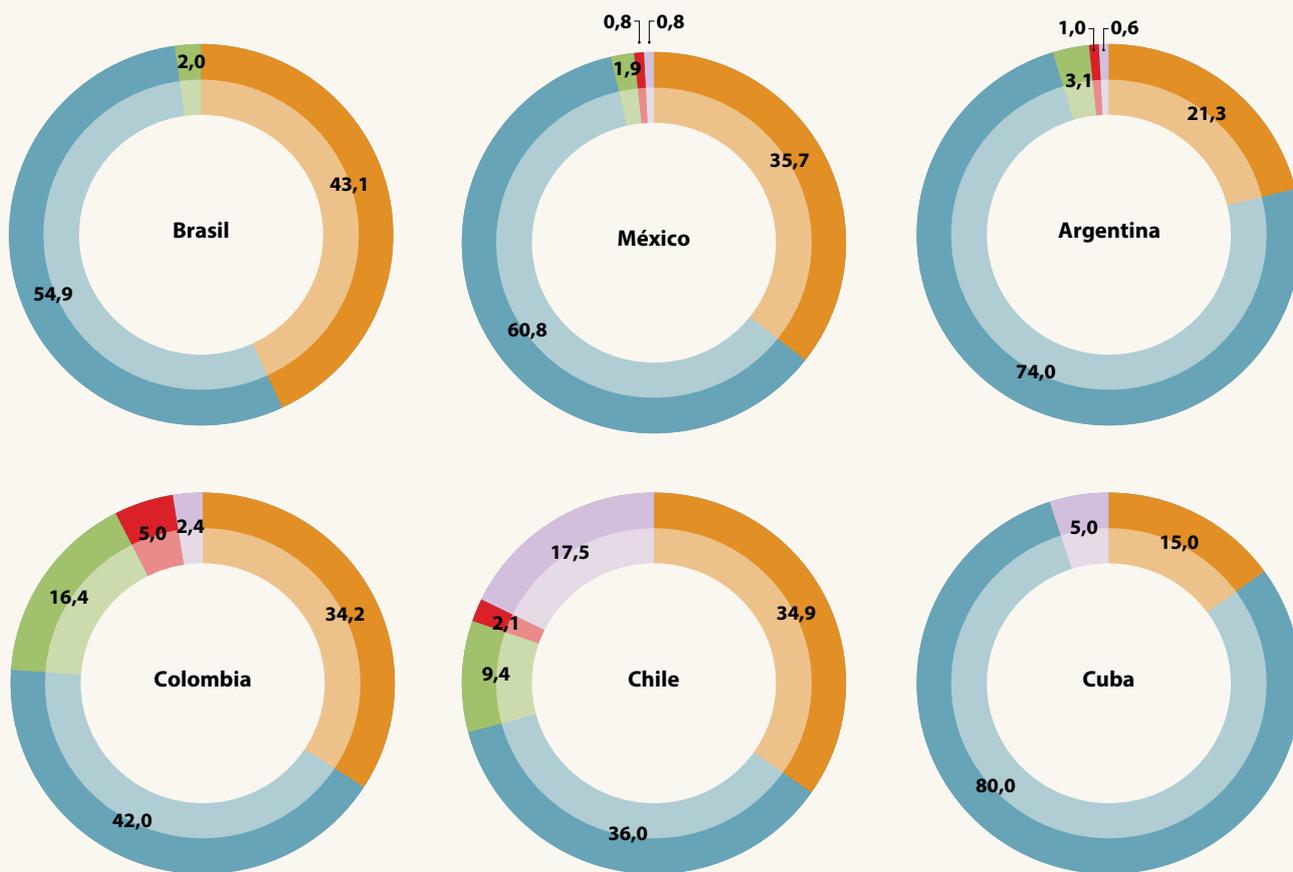


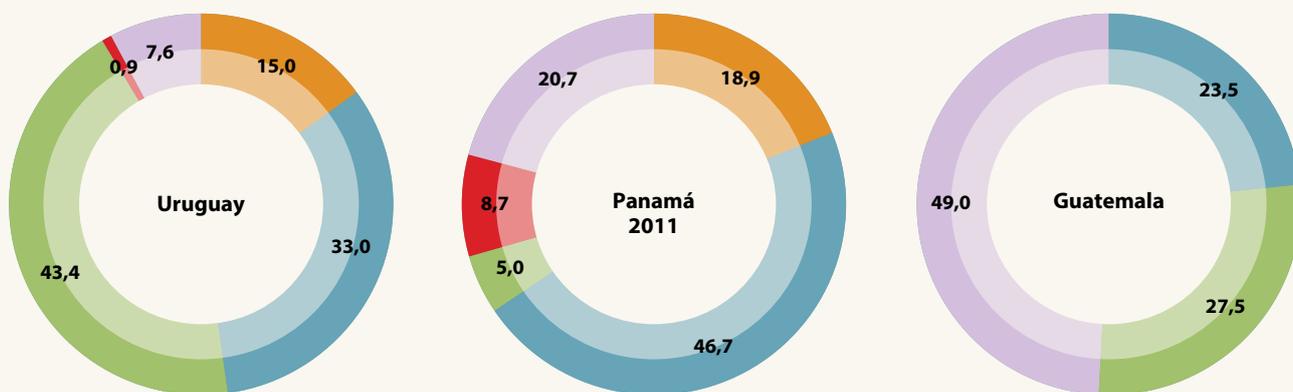
Gráfico 7.7 (continuación)

**La mayor proporción de I+D financiada por empresas en América Latina se da en el Brasil y México**

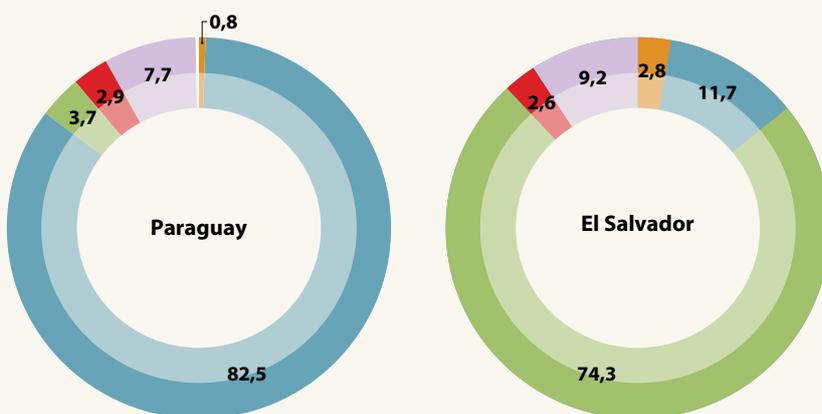
GBID por fuente de los fondos, 2012 (%), países dispuestos en orden descendente de GBID por volumen (dólares estadounidenses en PPA)



**En Panamá se observa la mayor proporción de I+D con financiación privada sin fines de lucro, gracias en buena parte a la presencia del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales**



- Empresa comercial
- Gobierno
- Enseñanza superior
- Privada sin ánimo de lucro
- Extranjero



Nota: Puede que los totales no sumen el 100% debido a que parte del GBID no se clasifica por la fuente.

Fuente: Base de datos RICYT e Instituto de Estadística de la UNESCO, julio de 2015; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicación del Brasil.

## TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE I+D

### Aumento de las publicaciones, incluidas las que cuentan con asociados extranjeros

El número de artículos publicados por autores latinoamericanos en revistas científicas de corriente principal catalogadas en el Science Citation Index Extended aumentó un 90% entre 2005 y 2014, elevando la proporción global de la región del 4,0% al 5,2%. El crecimiento más rápido se dio en Colombia (244%), el Ecuador (152%), el Perú (134%) y el Brasil (118%), y resultó más moderado en la Argentina y México (34% y 28%, respectivamente). El volumen total de publicaciones científicas venezolanas se redujo en un 28% (gráfico 7.8).

Entre 2008 y 2014, una cuarta parte (25%) de las publicaciones de la región se centraron en las ciencias biológicas, aproximadamente un quinto (22%), en ciencias médicas, un 10% en física, un 9% en química y un 8% en ciencias agrícolas, ingeniería y ciencias geológicas, respectivamente. Cabe destacar la proporción relativamente elevada de los artículos de autores chilenos en el campo de la astronomía: 13% (gráfico 7.8).

A pesar del incremento del volumen de publicaciones latinoamericanas, su repercusión en la ciencia internacional de vanguardia sigue siendo modesta. Los artículos académicos centroamericanos se citan más que los que proceden de Sudamérica, pero esto puede deberse a que el amplio volumen de producción de América del Sur da lugar a que destaquen menos los trabajos dedicados a “temas candentes”.

Puede resultar más revelador evaluar el impacto de las publicaciones a lo largo de décadas en lugar de años. Hirsch (2005) ha propuesto el denominado índice *h*, que indica el número de artículos (*h*) de un país determinado que han sido objeto de al menos “*h*” citas. Entre 1996 y 2014, los índices “*h*” más altos los obtuvieron el Brasil (379), México (289), la Argentina (273), Chile (233) y Colombia (169). Teniendo en cuenta la producción científica completa durante este período, todos los países latinoamericanos (con la excepción del Brasil, El Salvador y México) ocupan una mejor clasificación a escala mundial por su índice “*h*”, que por el número de artículos. Panamá lleva esta tendencia al extremo: ocupa el puesto 103 por el número de artículos, pero el 63 por lo que se refiere a su índice “*h*”<sup>10</sup>.

Desde principios de la década de 1980, la coautoría científica entre países ha venido siendo determinada por el deseo individual de los científicos en procurar una mayor visibilidad para su trabajo (Lemarchand, 2012). Esto les ha llevado a incrementar la colaboración con redes científicas de mayor dimensión (EE. UU., UE, etc.). Desde esta perspectiva, se ha observado que los acuerdos formales de cooperación entre países o regiones tienden a ejercer escasa influencia en la conducta en materia de coautoría en comparación con la conducta individual de los científicos.

**10.** El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales de Panamá produjo el 63% de los artículos científicos de este país entre 1970 y 2014. Este dato puede explicar por qué Panamá ocupa un lugar tan alto en la clasificación.

### Recuadro 7.2: Hacia un área de conocimiento común para Europa y América Latina

La cooperación científica birregional entre Europa y América Latina y el Caribe data de principios del decenio de 1980, cuando la antigua Comisión de las Comunidades Europeas y la Secretaría del Grupo Andino suscribieron un acuerdo de cooperación y constituyeron una comisión conjunta para supervisar su ejecución. Posteriormente, Europa celebró acuerdos similares con los países de América Central y MERCOSUR.

En la sexta cumbre entre la Unión Europea (UE) y América Latina y el Caribe en 2010 se determinaron nuevas vías para la cooperación birregional en la *Declaración de Madrid*, en la que se priorizó la creación de alianzas

en los ámbitos de la innovación y la tecnología para el desarrollo sostenible y la inclusión social.

La cumbre definió el objetivo a largo plazo de lograr un “área de conocimiento” común, y convino en la adopción de una Iniciativa conjunta para la investigación y la innovación. Unos 17 países participan en un proyecto clave en el marco de esta iniciativa, denominado ALCUE Net, que se desarrollará de 2013 a 2017, y que ha establecido una plataforma conjunta dirigida a los responsables de la formulación de políticas, las instituciones dedicadas a la investigación y el sector privado de ambas regiones en cuatro áreas temáticas: las TIC; la bioeconomía; la biodiversidad y el cambio climático; y

las energías renovables. Un segundo proyecto con convocatorias conjuntas (ERANet LAC) se encarga de la ejecución de los proyectos en estas cuatro áreas. Se dispuso de 11 millones de euros para la primera convocatoria de propuestas de proyecto (2014-2015), y de un importe similar para la segunda (2015-2016).

Asimismo, los asociados llevan a cabo también un ejercicio de previsión que deberá haber concluido en noviembre de 2015, y que persigue el establecimiento de una visión común a largo plazo para la cooperación birregional.

*Fuente:* Carlos Aguirre-Bastos, Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Panamá.

## Gráfico 7.8: Tendencias de la publicación científica en América Latina y el Caribe, 2005-2014

### Fuerte crecimiento en muchos países

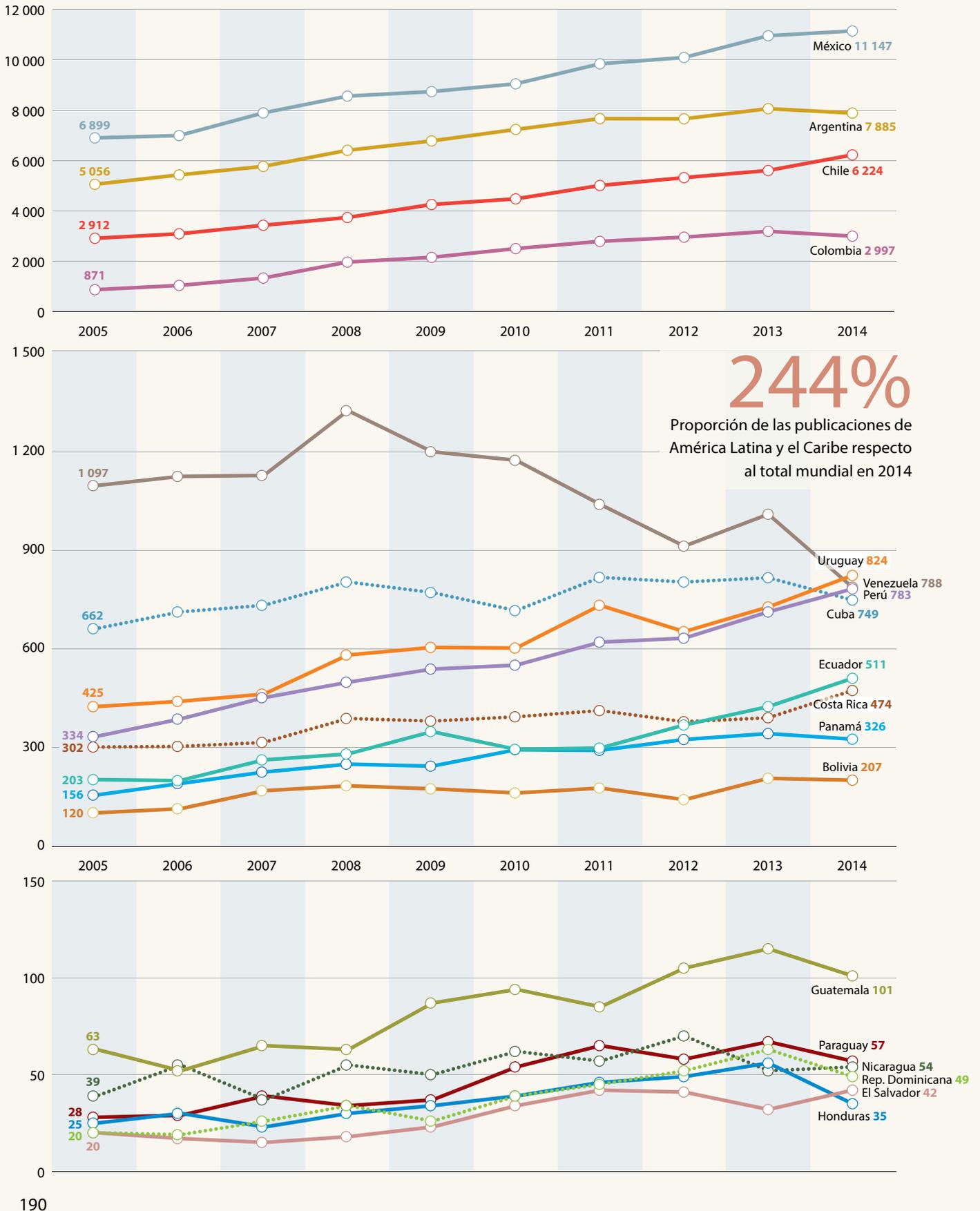
En lo que atañe a la evolución del volumen de publicaciones en el Brasil, véase el gráfico 8.9.

4,0%

Proporción de las publicaciones de América Latina y el Caribe respecto al total mundial en 2005

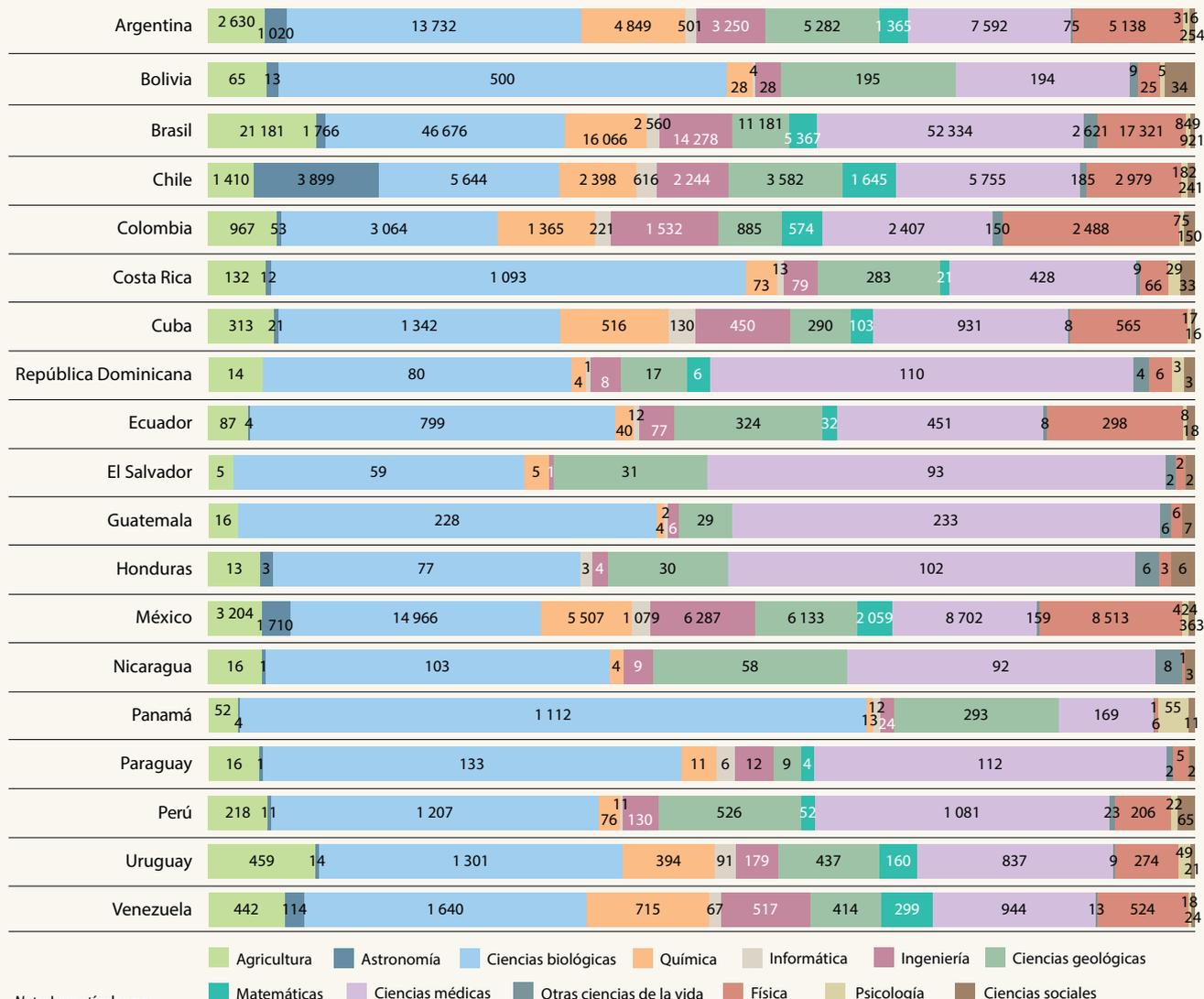
5,2%

Proporción de las publicaciones de América Latina y el Caribe respecto al total mundial en 2014



## Las ciencias de la vida dominan la investigación en América Latina y el Caribe

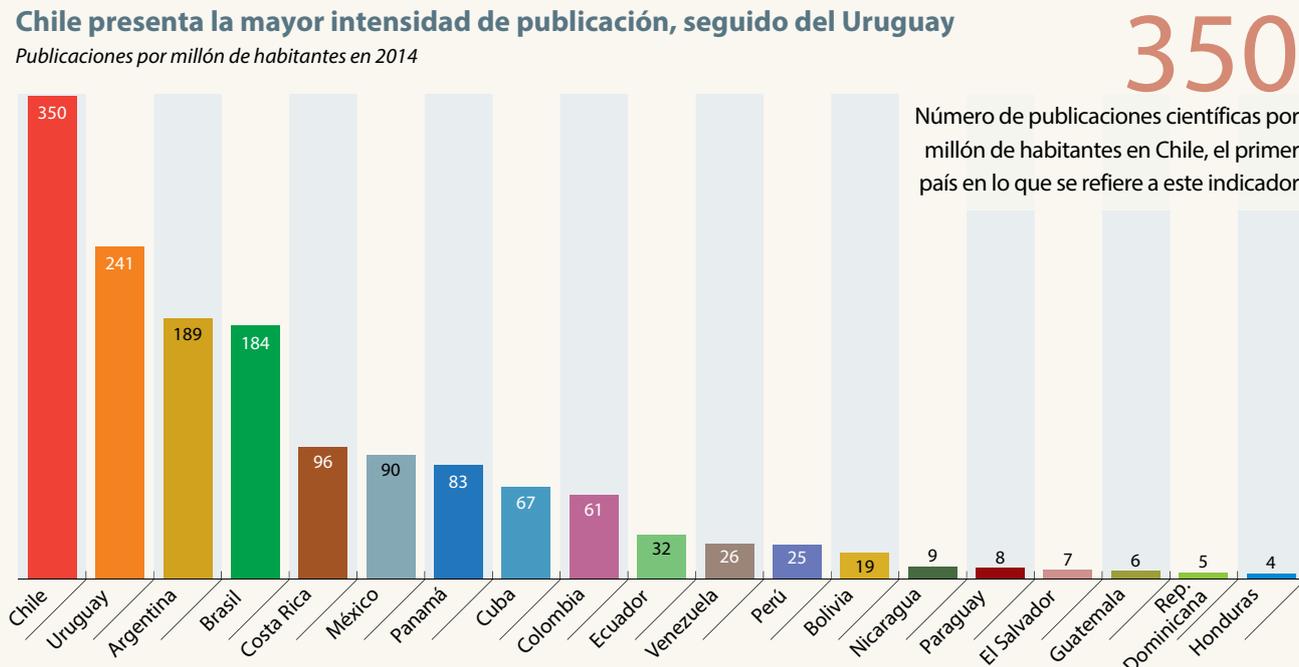
Totales acumulados por campo, 2008-2014



Nota: Los artículos no clasificados se excluyen de los totales.

## Chile presenta la mayor intensidad de publicación, seguido del Uruguay

Publicaciones por millón de habitantes en 2014



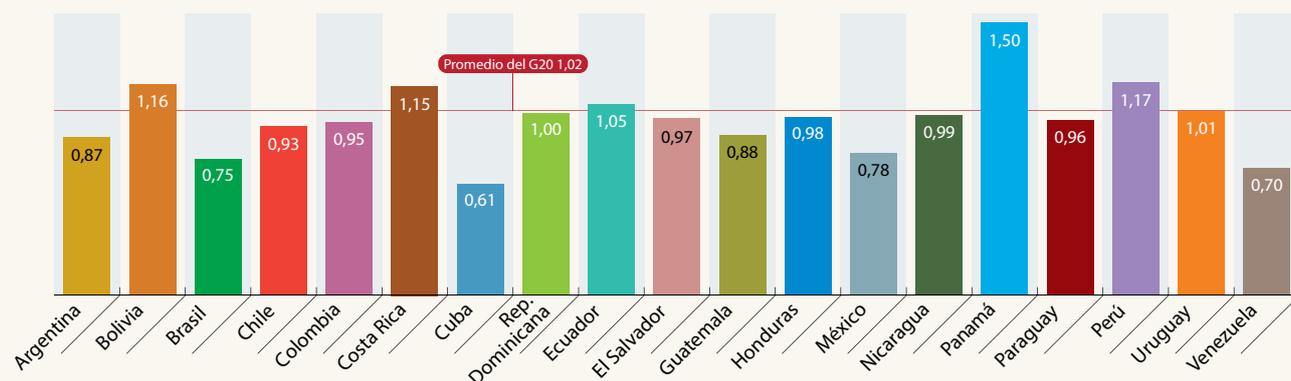
# 350

Número de publicaciones científicas por millón de habitantes en Chile, el primer país en lo que se refiere a este indicador

## Gráfico 7.8 (continuación)

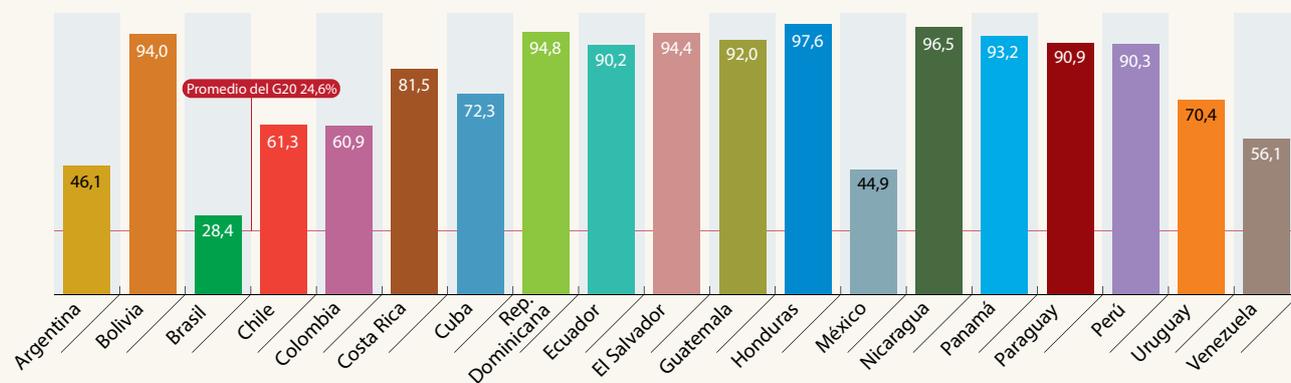
### Los países con una producción modesta registran la tasa promedio de citas más elevada

Tasa promedio de citas de publicaciones, 2008-2012



### La mayoría de los artículos tienen coautores extranjeros en todos los países, excepto la Argentina, el Brasil y México

Proporción de artículos académicos con coautores extranjeros, 2008-2014 (%)



### El asociado principal de todos los países salvo Cuba son los Estados Unidos de América; el Brasil es un asociado clave para la mayoría

Principales asociados extranjeros, 2008-2014

	1 <sup>er</sup> colaborador	2 <sup>o</sup> colaborador	3 <sup>er</sup> colaborador	4 <sup>o</sup> colaborador	5 <sup>o</sup> colaborador
<b>Argentina</b>	EE. UU. (8 000)	España (5 246)	Brasil (4 237)	Alemania (3 285)	Francia (3 093)
<b>Bolivia</b>	EE. UU. (425)	Brasil (193)	Francia (192)	España (187)	Reino Unido (144)
<b>Brasil</b>	EE. UU. (24 964)	Francia (8 938)	Reino Unido (8 784)	Germany (8 054)	España (7 268)
<b>Chile</b>	EE. UU. (7 850)	España (4 475)	Alemania (3 879)	Francia (3 562)	Reino Unido (3 443)
<b>Colombia</b>	EE. UU. (4 386)	España (3 220)	Brasil (2 555)	Reino Unido (1 943)	Francia (1 854)
<b>Costa Rica</b>	EE. UU. (1 169)	España (365)	Brasil (295)	México (272)	Francia (260)
<b>Cuba</b>	España (1 235)	México (806)	Brasil (771)	EE. UU. (412)	Alemania (392)
<b>Rep. Dominicana</b>	EE. UU. (168)	Reino Unido (52)	México (49)	España (45)	Brasil (38)
<b>Ecuador</b>	EE.UU. (1 070)	España (492)	Brasil (490)	Reino Unido (475)	Francia (468)
<b>El Salvador</b>	EE. UU. (108)	México (45)	España (38)	Guatemala (34)	Honduras (34)
<b>Guatemala</b>	EE. UU. (388)	México (116)	Brasil (74)	Reino Unido (63)	Costa Rica (54)
<b>Honduras</b>	EE. UU. (179)	México (58)	Brasil (42)	Argentina (41)	Colombia (40)
<b>México</b>	EE. UU. (12 873)	España (6 793)	Francia (3 818)	Reino Unido (3 525)	Alemania (3 345)
<b>Nicaragua</b>	EE. UU. (157)	Suecia (86)	México (52)	Costa Rica (51)	España (48)
<b>Panamá</b>	EE. UU. (1 155)	Alemania (311)	Reino Unido (241)	Canadá (195)	Brasil (188)
<b>Paraguay</b>	EE.UU. (142)	Brasil (113)	Argentina (88)	España (62)	Uruguay/Perú (36)
<b>Perú</b>	EE. UU. (2 035)	Brasil (719)	Reino Unido (646)	España (593)	Francia (527)
<b>Uruguay</b>	EE. UU. (854)	Brasil (740)	Argentina (722)	España (630)	Francia (365)
<b>Venezuela</b>	EE. UU. (1 417)	España (1 093)	Francia (525)	México (519)	Brasil (506)

Nota: Belice, Guyana y Suriname se tratan en el capítulo 6 sobre los países de la CARICOM. Véase asimismo el gráfico 8.9 dedicado exclusivamente al Brasil.

Fuente: Web of Science de Thomson Reuters, Science Citation Index Extended (SCI); tratamiento de datos a cargo de Science-Metrix.

La mayoría de los países latinoamericanos han establecido diversos tratados y acuerdos bilaterales con otras economías dentro y fuera de la región. Sin embargo, cuando se trata de la investigación colaborativa, los asociados tienden a encontrarse radicados en Norteamérica y Europa occidental. La cooperación con la UE se ha intensificado incluso desde 2010 con la firma de la *Declaración de Madrid* (recuadro 7.2).

Mientras que en el Brasil la tasa de publicación conjunta (28%) se aproxima a la media del G20, y poco menos de la mitad de los artículos mexicanos (45%) y argentinos (46%) cuentan con colaboradores extranjeros, esta proporción supera el 90% en el caso de los países de menor tamaño (gráfico 7.8). Estos se han vuelto tan dependientes de la publicación conjunta internacional que, en algunos casos, la institución más representativa tiene su sede en el extranjero.

Por ejemplo, el 50% de los artículos publicados por al menos un autor del Paraguay entre 2010 y 2014 y consignados en el SCI fueron copublicados con la Universidad de Buenos Aires, y el 31%, con el CONICET; en ambos casos, instituciones argentinas.

El "centro" de copublicación más importante para la mayoría de los países latinoamericanos son los Estados Unidos de América, seguidos por España, Alemania, el Reino Unido y Francia (gráfico 7.8). Desde mediados de la década de 1990, la coautoría intrarregional se ha cuadruplicado (Lemarchand, 2010, 2012). En los últimos cinco años, todos los países han publicado más que antes con asociados latinoamericanos, y el Brasil y México figuran a menudo entre los colaboradores más importantes (gráfico 7.8).

En cuanto a las publicaciones por millón de habitantes, Chile, el Uruguay y la Argentina presentan los ratios más altos pero, cuando se trata de artículos por investigador equivalente jornada completa (EJC), Panamá (1,02) ocupa el primer lugar, por delante de Chile (0,93), el Uruguay (0,38), el Brasil (0,26), México (0,26) y la Argentina (0,19). Los elevados ratios de Panamá y Chile reflejan probablemente la presencia del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (de origen estadounidense) en Panamá y de los observatorios astronómicos europeos y norteamericanos en Chile. En ambos casos, algunos de los artículos atribuidos a autores residentes en Chile o Panamá los escribieron en realidad investigadores extranjeros, que no se deberían contabilizar como investigadores locales.

### Creciente interés de las políticas en los sistemas de conocimiento indígenas

Los primeros artículos científicos en los que se analiza la relación entre la ciencia académica y los sistemas de conocimiento indígenas aparecieron a principios de la década de 1990, unos años antes de que la Conferencia Mundial

sobre Ciencia (1999) promoviera esta interacción a través de su *Programa en pro de la Ciencia*. Sin embargo, solo se incluyeron 4 380 artículos sobre conocimiento indígena en el Science Citation Index Extended (SCI) y en el Social Sciences Citation Index (SSCI) entre 1990 y 2014. Las principales aportaciones las realizaron los Estados Unidos de América, Australia, el Reino Unido y el Canadá (cuadro 7.2). Así, a escala mundial, el conocimiento indígena parece desempeñar un papel insignificante hasta la fecha en la agenda global de investigación, aunque varios países latinoamericanos han elevado sus contribuciones desde 2010.

Bolivia presenta uno de los ratios más altos de artículos sobre el conocimiento indígena (1,4%) en la región, y probablemente en el mundo. Tras la elección del presidente Evo Morales en 2006, Bolivia intentó organizar todo su sistema nacional de innovación en torno al concepto indígena de "buen vivir". El programa del Gobierno de Morales para la

**Cuadro 7.2: Artículos científicos sobre sistemas de conocimiento indígenas, 1990-2014**

Artículos catalogados en el Science Citation Index Extended y en el Social Sciences Citation Index (SSCI)

	1990-2014		2010-2014	
	Artículos sobre conocimiento indígena	Proporción de la producción nacional (%)	Artículos sobre conocimiento indígena	Proporción de la producción nacional (%)
EE. UU.	1 008	0,02	482	0,03
Australia	571	0,08	397	0,17
Canadá	428	0,04	246	0,08
Reino Unido	425	0,02	196	0,04
<b>América Latina</b>				
Brasil	101	0,02	65	0,04
México	98	0,05	42	0,06
Argentina	39	0,03	26	0,06
Chile	33	0,05	14	0,05
Colombia	32	0,10	19	0,12
Bolivia	26	0,80	17	1,40
Perú	22	0,23	11	0,29
Venezuela	19	0,08	4	0,08
Costa Rica	12	0,18	7	0,31
Ecuador	7	0,14	6	0,28
Guatemala	6	0,36	4	0,66
Panamá	5	0,09	2	0,09
Cuba	5	0,03	3	0,07
Honduras	4	0,55	–	–
Uruguay	3	0,03	2	0,05
Nicaragua	–	–	2	0,60

Fuente: Estimaciones del autor sobre la base de datos en bruto de la Web of Science.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

protección, la recuperación y sistematización de los saberes locales y ancestrales, para el desarrollo social y productivo ha dado lugar a la elaboración de una Ley para la Protección de los Conocimientos Tradicionales. Otros proyectos en el marco de este programa comprenden la formulación de una política nacional de propiedad intelectual; mecanismos de protección de la propiedad intelectual estratégica; el registro de los conocimientos acumulados; y la recuperación y difusión de conocimientos locales y étnicos a través de las TIC y la Ley referida (UNESCO, 2010). La "recuperación, protección y utilización de conocimientos locales, técnicos y ancestrales" constituye una prioridad del Viceministerio de Ciencia y

Tecnología. En el *Plan nacional de ciencia y tecnología* (2013), a los conocimientos locales y ancestrales se los considera elementos centrales de la formulación de políticas de CTI. Se han puesto en marcha diversos instrumentos en este marco, incluida la Ley sobre la medicina ancestral tradicional boliviana (2013).

En los últimos años, otros países de América Latina han desarrollado instrumentos de política para proteger los sistemas de conocimiento indígenas y utilizarlos en la elaboración de políticas de CTI (recuadro 7.3). UNASUR, por su parte, considera desde 2010 que la promoción de los sistemas de conocimiento indígenas deben constituir una de sus prioridades.

### Recuadro 7.3: Creciente interés en la formulación de políticas basadas en el conocimiento indígena en América Latina

Bolivia no es el único país latinoamericano que muestra interés en integrar los conocimientos indígenas en las políticas de CTI. El Perú fue uno de los primeros en llamar la atención sobre la importancia de este tipo de conocimiento, y en protegerlo por ley, a través de su Régimen de Protección del Conocimiento Tradicional (2002). Desde entonces, se han emprendido proyectos encaminados a promover la transferencia de tecnología a comunidades rurales y nativas, como los Proyectos de Transferencia y Extensión Tecnológica (PROTEC) en 2010 o el concurso dirigido por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en 2012, denominado "Del Perú para El Mundo: Quinoa, Alimento del Futuro".

La Constitución del Ecuador de 2008 otorga al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento Ancestral el mandato de "recuperar, consolidar y habilitar el conocimiento ancestral", lo que convierte al Ecuador en el único país de la región que codifica las referencias al conocimiento ancestral y la CTI al más alto nivel del Estado. En consecuencia, la incorporación y el fomento del conocimiento ancestral se reflejan, en programas dirigidos por el

Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología, como los de Investigación e Innovación en el Diálogo sobre el Conocimiento (2013), y Conocimiento Tradicional y el Cambio Climático.

Entre los objetivos generales de Colciencias en Colombia figura la promoción y el refuerzo de la "investigación intercultural, en concertación con las autoridades y saberes de los pueblos indígenas, destinado a aprovechar y proteger la diversidad cultural, la biodiversidad, el conocimiento tradicional y los recursos genéticos". Se han desarrollado instrumentos a tal efecto, como "A Ciencia Cierta" (2013) e "Ideas para el cambio" (2012).

Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México declaró que, en el marco de sus áreas estratégicas de crecimiento, "la innovación se orientará al beneficio de los menos afortunados, y que los grupos indígenas recibirán una atención especial". Posteriormente, CONACYT anunció una Convocatoria de Investigación para la Educación Indígena e Intercultural y emprendió el Programa de Fortalecimiento Académico para Pueblos Indígenas: Apoyo Complementario para Mujeres Indígenas Becarias. Un tercer programa ofrece a los indígenas becas para cursar estudios de posgrado en el extranjero.

Aunque el conocimiento indígena no es objeto de prioridad en el plan nacional de CTI de la Argentina, titulado Argentina Innovadora 2020 (2013), se ha puesto en marcha un conjunto de iniciativas concebidas para incorporar los sistemas de conocimiento indígenas a los procesos de innovación. Dos ejemplos de esta actividad son los proyectos sobre el "Rescate de tecnologías ancestrales de conservación del agua, la tierra y la agricultura indígena como medio de adaptación al cambio climático" (2009), y para la "industrialización de la fibra fina de camélidos con inclusión social" (2013).

Por último, pero no por ello menos importante, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicación del Brasil planea el desarrollo de un enfoque respecto al registro, protección, promoción, y difusión del conocimiento tradicional, y a la tarea de añadir valor al mismo, que no se centre exclusivamente en patentes. Paralelamente, el Programa de las Comunidades Tradicionales (Ciencia y Tecnología) proporciona a las poblaciones y comunidades indígenas la tecnología necesaria para facilitar la vida.

Fuente: Ernesto Fernández Polcuch y Alessandro Bello, UNESCO.

### Una relativamente modesta producción de patentes

La producción de patentes es relativamente modesta en América Latina. En los países de esta región, entre una y cinco de cada 100 empresas posee una patente, frente a un rango que va de 15 a 30 en el caso de los países europeos (OMPI, 2015). El grado de obtención de patentes por parte de los ciudadanos latinoamericanos en los principales mercados de los países desarrollados es igualmente muy escaso, lo que acentúa la falta de competitividad internacional basada en la tecnología.

La mejor manera de comparar las tasas de producción de patentes a escala internacional consiste en cotejar los datos facilitados por el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (TCP)<sup>11</sup>. Este sistema permite procurar para las invenciones la protección de una patente de manera simultánea en una amplia gama de países, mediante la presentación de una solicitud de patente internacional única. Dos de las 10 principales oficinas de patentes de todo el mundo se encuentran situadas en América Latina (Brasil y México). Durante la última década, en América Latina, Chile registra el mayor número de solicitudes de patente por millón de habitantes (187), lo que resulta coherente con las políticas de innovación promovidas por la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) (Navarro, 2014). En el Brasil, México, Chile y la Argentina se encuentra el mayor número de tanto de solicitudes como de concesiones de patentes (gráfico 7.9).

Las cinco categorías principales de solicitudes de patentes mundiales presentadas con arreglo al TCP son: máquinas y aparatos electrónicos, energía eléctrica, comunicación digital, tecnología informática, medición y tecnología médica. En 2013, las patentes concedidas en estas categorías en América Latina representaron sólo alrededor del 1% de la cifra de patentes otorgadas en las economías de renta alta.

Existe una tendencia creciente entre las instituciones de investigación públicas a obtener patentes en áreas relacionadas con los recursos naturales, como la minería y, sobre todo, la agricultura. Así ocurre, por ejemplo, con la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la Argentina y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el Uruguay.

Entre 1995 y 2014, los cuatro principales solicitantes de América Latina proceden del Brasil: Whirlpool SA, filial de Whirlpool Corporation de los Estados Unidos de América (motores, bombas, turbinas), con 304 solicitudes; Petrobras (química básica de materiales), con 131 solicitudes; la

Universidad Federal de Minas Gerais en el Brasil (productos farmacéuticos), con 115 solicitudes, y Embraco (motores, bombas, turbinas), con 115 solicitudes (OMPI, 2015).

### La búsqueda de políticas de innovación que funcionen

Las encuestas sobre innovación se están convirtiendo en prácticas habituales en varios países latinoamericanos. Desde mediados de la década de 1990, se han realizado alrededor de 60 estudios al respecto en 16 países (cuadro 7.3). En la Argentina se llevaron a cabo nueve encuestas, por ejemplo; en Chile, ocho; en México, siete, y en el Brasil y Colombia, cinco en cada una (véase el capítulo 8 sobre el resultado de la encuesta sobre innovación más reciente del Brasil). En América Latina, las pequeñas y medianas empresas (PYME) representan el 99% del total, y generan entre el 40% y el 80% de los puestos de trabajo (CEPAL, 2015a).

Con independencia de lo que las empresas declaran en las encuestas sobre innovación, su contribución a la I+D es escasa. Así la industria local pierde la oportunidad de aprovechar la demanda de innovación para fortalecer su propia competitividad. El acervo de capital de innovación mide la capacidad de una empresa para la innovación y la difusión de esta. En los países latinoamericanos, el acervo de capital de innovación representa únicamente el 13% de la economía, como media, por debajo de la mitad del promedio de la OCDE (30%). Más del 40% del acervo de capital basado en el conocimiento de América Latina procede de la enseñanza terciaria (5,6% del PIB), frente a solo el 10% (1,3% del PIB) de la I+D, que es el principal factor impulsor de la innovación.

Según Crespi *et al.* (2014), el rendimiento privado de la innovación en América Latina depende del tipo de esta, siendo superior en el caso de la innovación asociada a los productos que en el de la vinculada a los procesos (véase asimismo el capítulo 2). Lo mismo puede decirse de los efectos indirectos, lo que sugiere que la brecha entre el rendimiento privado y social de la innovación podría ser mayor en el caso de la referida a los productos, algo que podría orientar la política respecto a este tipo de innovación. El estudio también pone de relieve que las empresas multinacionales típicas que desarrollan su actividad en América Latina son menos proclives a invertir localmente en I+D y, en consecuencia, es menos probable que innoven. Crespi y Zúñiga (2010) determinaron que, en la Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá y el Uruguay, las empresas que invirtieron en conocimiento fueron capaces de introducir nuevas tecnologías. Las empresas que innovaron también obtuvieron una mayor productividad laboral que las que no lo hicieron. Crespi *et al.* (2014) tienen en cuenta el hecho frecuentemente observado de que las empresas en los países en desarrollo rara vez emprenden iniciativas formales de I+D en los extremos de la curva tecnológica. Más bien, se centran en los difíciles procesos de adquisición e integración

11. En 2014, el TCP contaba con 148 Estados contratantes. La Argentina, Bolivia, el Paraguay, el Uruguay y Venezuela no son miembros contratantes (OMPI, 2015).

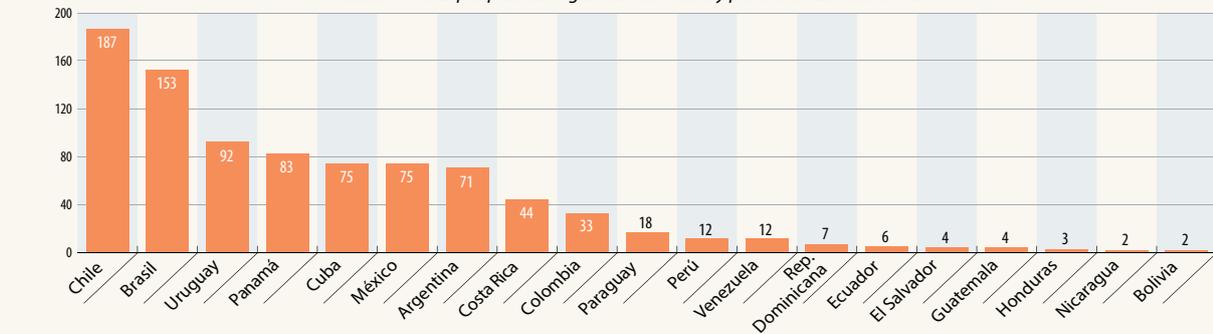
# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Gráfico 7.9: Solicitudes y concesiones de patentes en América Latina, 2009-2013

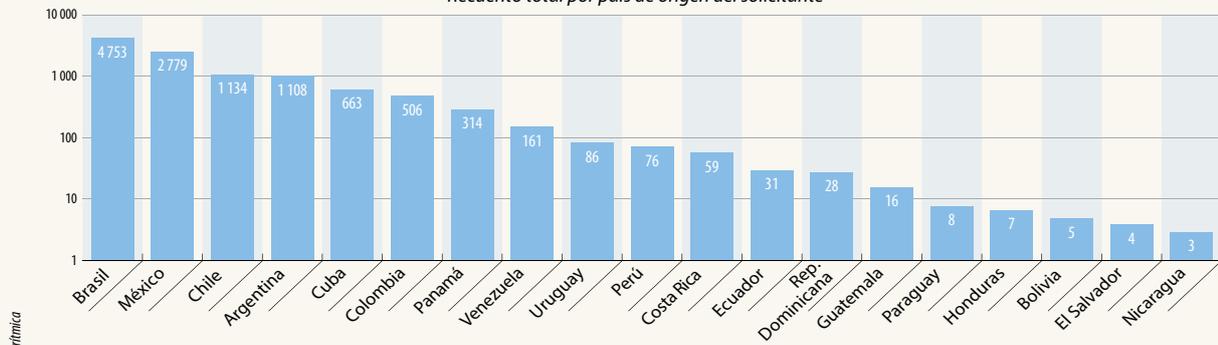
**Número total de solicitudes de patentes, inscripciones directas y en fase nacional mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes**  
*Recuento total por país de origen del solicitante*



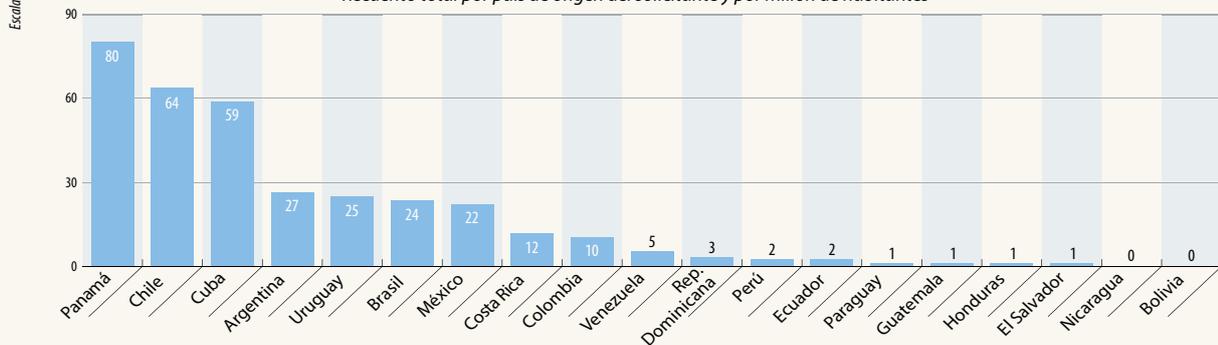
*Recuento total por país de origen del solicitante y por millón de habitantes*



**Número total de concesiones de patentes, inscripciones directas y en fase nacional mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes**  
*Recuento total por país de origen del solicitante*



*Recuento total por país de origen del solicitante y por millón de habitantes*



Fuente: OMPI (2015).

Cuadros 7.3: Porcentaje de empresas manufactureras en América Latina activas en el terreno de la innovación

Países seleccionados

	Año/Período	Proporción de empresas manufactureras que participaron en actividades de I+D a escala interna (%)	Proporción de empresas manufactureras que participaron en actividades de I+D (externas) subcontratadas (%)	Proporción de empresas manufactureras que adquirieron maquinaria, equipos y software (%)	Proporción de empresas manufactureras que adquirieron conocimientos externos (%)	Proporción de empresas manufactureras que participan en tareas de formación (%)	Proporción de empresas manufactureras que participan en actividades relacionadas con la innovación en el mercado (%)	Número total de encuestas sobre innovación realizadas en el país
Argentina	2007	71,9	19,3	80,4	15,1	52,3	–	9
Brasil	2009-2011	17,3	7,1	84,9	15,6	62,8	33,7	5
Colombia	2009-2010	22,4	5,8	68,6	34,6	11,8	21,4	5
Costa Rica	2010-2011	76,2	28,3	82,6	38,9	81,2	–	4
Cuba	2003-2005	9,8	41,3	90,2	36,6	22,1	83,8	2
Ecuador	2009-2011	34,8	10,6	74,5	27,0	33,7	10,6	1
El Salvador	2010-2012	41,6	6,7	–	–	–	82,7	1
México	2010-2011	42,9	14,5	35,4	2,6	12,5	11,4	7
Panamá	2006-2008	11,4	4,7	32,2	8,5	10,0	–	3
Uruguay	2007-2009	38,7	4,3	78,2	14,5	50,2	–	5

Nota: Los países que siguen han llevado a cabo además una serie de encuestas sobre innovación en la región: Chile (8), República Dominicana (2), Guatemala (1), Paraguay (2), Perú (3) y Venezuela (2).

Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO; véase asimismo el capítulo 2 del presente informe.

de las nuevas tecnologías con eficiencia. Otros estudios nacionales y regionales indican que el gran reto que afrontará la región consistirá en superar la debilidad institucional de las organizaciones encargadas de coordinar las políticas de investigación e innovación<sup>12</sup>.

El Brasil y, en menor medida, la Argentina, Chile y México, han avanzado hacia la formulación de una política de innovación pública integrada, mediante la creación de fondos sectoriales y la vinculación de la política industrial con los objetivos de los fondos en lo que se refiere a la innovación. Con todo, en la mayor parte de América Latina, las políticas de CTI rara vez se vinculan a índices de competencias, y las políticas industriales suelen ser limitadas y compartimentadas (CEPAL, 2014; Crespi y Dutrénit, 2014).

En Colombia, el Gobierno emplea tres mecanismos principales para apoyar la inversión empresarial en I+D. En primer lugar, bajo las directrices de Colciencias y otros organismos públicos pertinentes, el Banco Nacional de Desarrollo proporciona créditos preferenciales a tasas de interés inferiores a las del mercado para proyectos asociados a actividades de innovación. En segundo lugar, un régimen de

incentivos fiscales ofrece exenciones de hasta el 175% sobre la inversión realizada en I+D durante el período imponible. En tercer lugar, diversas agencias gubernamentales ofrecen a las empresas subvenciones por sus actividades relacionadas con la investigación y la innovación.

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) del Perú se encuentra vinculado directamente a la Presidencia del Consejo de Ministros desde 2011; su presupuesto se elevó de 6,3 a unos 43 millones de dólares estadounidenses entre 2012 y 2014. Paralelamente, se han puesto en marcha nuevos instrumentos de política con el fin de reducir los cuellos de botella en el sistema de innovación, y de potenciar la I+D en las empresas, incluida una deducción fiscal del 30% sobre las actividades asociadas desde 2013, y un fondo para financiar garantías crediticias y mecanismos de puesta en común de riesgos para las empresas a través del sistema financiero.

México introdujo en 2009 un programa de estímulo de la innovación que consta de tres elementos: INNOVAPYME (para las pequeñas y medianas empresas), PROINNOVA (para tecnologías nuevas y potenciales) e INNOVATEC (para grandes empresas). Este último funciona como un programa de subvenciones con fondos proporcionales al gasto realizado. En 2014, el presupuesto público ascendió a 295 millones de dólares estadounidenses. El Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de

12. Véase, por ejemplo, la serie de publicaciones *OECD's Reviews of Innovation Policy* en Panamá (2015), Colombia (2014) y el Perú (2013), así como los estudios regionales de la OCDE de Chile y México (2013a, 2013b), o los estudios de la UNCTAD sobre El Salvador y la República Dominicana (UNCTAD, 2011, 2012). En lo que atañe al ámbito regional, véanse Crespi y Dutrénit (2014) e BID (2014) o, para América Central en su conjunto, Pérez et al. (2012).

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Innovación (FORDECYT) complementa este programa de estímulo, y se centra en proyectos de resolución de problemas en diversas regiones a través del fomento de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y las soluciones innovadoras de alto impacto, así como de la formación especializada.

Otros programas se dirigen a sectores en los que los países cuentan ya con una ventaja competitiva, pero en los que se podrían incrementar su impacto. Algunos ejemplos son los del Fondo de Tecnología Agraria del Perú (INCAGRO-FTA) y, en Chile, el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y el Fondo para la Innovación Agraria (FIA).

El plan *Argentina Innovadora 2020*, adoptado en 2012, promueve la sinergia en el sistema nacional de innovación mediante la creación de conglomerados en “Núcleos Socio Productivos Estratégicos (NSPE)” con un elevado impacto socioeconómico y tecnológico. El nuevo conglomerado de biorefinerías es un ejemplo de este tipo de iniciativas: combina la investigación en bioenergía, polímeros y compuestos químicos. En virtud de los acuerdos celebrados entre diversas instituciones públicas de investigación y educación en el sector productivo, se han creado cuatro plantas piloto. Las mismas albergarán actividades de investigación aplicada y se utilizarán para la formación de expertos en el campo. Este modelo se basa en historias exitosas de la década de 1970, como la creación de la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI) en el marco de un consorcio en el que participaron la Universidad Nacional del Sur, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el Polo Petroquímico de Bahía Blanca. PLAPIQUI genera actualmente un gran número de patentes, artículos científicos y tesis doctorales.

El sector privado ha adoptado una actitud más proactiva en cuanto al impulso de la innovación en la agenda de políticas públicas. Existen varios consejos empresariales, entre los que figura el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad en Chile (constituido en 2006) y el Consejo Privado de Competitividad en Colombia (establecido en 2007). Asimismo, las empresas privadas intervienen de manera compulsiva en la preparación de la agenda del Perú en materia de competitividad. Además, el sector privado participa en numerosos consejos, como el Foro Consultivo Científico y Tecnológico en México (establecido en 2002) o la Comisión Asesora en Alta Tecnología (CAATEC) en Costa Rica.

Paralelamente, algunas ciudades latinoamericanas introducen incentivos fiscales y otros mecanismos para convertirse en ejes de innovación, y comienzan a realizar grandes inversiones en tecnología e innovación. Algunos ejemplos son los de Buenos Aires y Bariloche (Argentina), Belo Horizonte y Recife (Brasil), Santiago (Chile), Medellín (Colombia), Guadalajara y Monterrey (México) y Montevideo (Uruguay).

### Un uso consciente de la innovación para la inclusión social

La investigación y la innovación para la inclusión social pueden definirse como un proceso y un resultado que reportan beneficios a los menos favorecidos. En los últimos años, este campo ha generado un gran número tanto de estudios teóricos como empíricos y el diseño de diversos instrumentos de política (cuadro 7.1, punto h) [Thomas *et al.*, 2012; Crespi y Dutrénit, 2014; Dutrénit y Sutz, 2014]. La mayoría de tales estudios han concluido que las agendas nacionales de CTI resultan inadecuadas para atender las necesidades de la población y han puesto de relieve la importancia de usar las tecnologías disponibles a fin de fomentar la inclusión social.

En 2010, el Uruguay aprobó el primer *Plan Estratégico Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación* (PENCTI) que reconoce explícitamente la importancia de la inclusión social. En Bolivia, Colombia, el Ecuador y el Perú, el diagnóstico de distintos problemas acuciantes se han alineado con las necesidades nacionales, regionales y/o sectoriales existentes.

En particular, se ha procurado reorientar la CTI, los conocimientos tradicionales y las destrezas técnicas especializadas hacia la búsqueda de soluciones a los problemas nacionales y locales ya sea en el ámbito social, de la producción, o del medio ambiente. (Véase el artículo de Bortagaray y Gras en Dutrénit y Crespi, 2014).

En Colombia, un programa de Colciencias, “Ideas para el Cambio” (2012), transforma las ideas innovadoras en la fuente de soluciones prácticas para los pobres y los excluidos. De este modo, se ofrece una perspectiva nueva y se contribuye a difundir la idea de que la tecnología y la innovación no solo son importantes para las empresas y las instituciones de investigación, sino también para la sociedad en general (BID, 2014). En el Brasil, la Agencia Nacional para la Financiación de Estudios y Proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación (FINEP) ha aplicado instrumentos de política similares, como los del Programa de Tecnologías para el Desarrollo Social (Prosocial), y del Programa de Tecnologías para la Vivienda (Habitare). Otros ejemplos en México son los del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua, y el Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Social. En el Uruguay, el proyecto de Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea (CEIBAL) ha generado un número sorprendentemente elevado de soluciones técnicas y sociales innovadoras más allá del programa original de “un alumno, un portátil”.

Entretanto, el Perú ha incorporado la transferencia de tecnología en programas de mitigación de la pobreza que han cosechado un éxito relativo en el fortalecimiento de los

conglomerados y las cadenas de producción. Algunos ejemplos son los del Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica y la Competitividad en la Agricultura del Perú, el Proyecto INCAGRO; y la red de Centros de Innovación Tecnológica (CITEs) gestionados por el Ministerio de Producción. Estos dos últimos proyectos se ejecutaron independientemente del sistema nacional de innovación: mientras que INCAGRO obtuvo unos resultados impresionantes, los CITEs precisaron de más financiamiento para ampliar su cobertura y optimizar los servicios que ofrecen.

## ÁREAS DE CRECIMIENTO PARA LA I+D

### La Argentina y el Brasil, a la búsqueda de la autonomía espacial

Varios países latinoamericanos cuentan con agencias espaciales dedicadas (cuadro 7.4). En conjunto, invierten más de 500 millones de dólares estadounidenses al año en programas espaciales. A finales de la década de 1980 y en la década de 1990, el Brasil invirtió casi 1 000 millones de dólares en infraestructuras espaciales en torno al Instituto Nacional de

Cuadro 7.4: **Agencias espaciales nacionales y principales proveedores nacionales de tecnología espacial en América Latina**

País	Institución	Fecha de fundación	Especialización
Argentina	Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE)	1960-1991	Sistemas de propulsión y desarrollo de cohetes; proyectos CONDOR I y II, desarrollo de recursos humanos e infraestructura
Argentina	Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)	1991	Diseño y planificación del programa espacial, funcionamiento del Centro Espacial Teófilo Tabanera (CETT), ubicado en la provincia de Córdoba, desarrollo de otros centros espaciales en la provincia de Buenos Aires, desarrollo de capacidades. Diseño de los satélites SAC-A, SAC-B, SAC-C, SAC-D/Aquarius, SAOCOM 1 y 2, SABIA-MAR, SARE y los sistemas de propulsión TRONADOR I & II.
Argentina	INVAP	1976	Diseño tecnológico y construcción de los satélites SAC-A, SAC-B, SAC-C, SAC-D/Aquarius, SAOCOM 1 & 2, SABIA-MAR, SARE, ARSAT I, II y III.
Bolivia	Agencia Boliviana Espacial (ABE)	2012	<i>Tupak Katari</i> (2013), un satélite de comunicación desarrollado en China.
Brasil	Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE)	1963-1971	Estudios de propulsión espacial, varios lanzamientos de cohetes, análisis de teledetección, refuerzo de capacidades.
Brasil	Agência Espacial Brasileira (AEB)	1994	Diseño y planificación de los satélites CBERS (Satélite de Recursos Terrestres Chino-Brasileño), Amazônia-1 (2015), EQUARS, MIRAX, SCD1, SCD2.
Brasil	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	1971	Construcción y diseño tecnológico de los satélites SCD-1, CBERS (véase AEB), Amazônia-1 (2015), EQUARS, MIRAX, Satélite Científico Lattes, Satélite GPM-Brasil, SARE, SABIA-MAIS.
Colombia	Comisión Colombiana del Espacio (CCE)	2006	Planificación para aplicaciones espaciales
Costa Rica	Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio (ACAE)	2010	Planificación para aplicaciones espaciales; diseño de un proyecto de picosatélite (2016).
México*	Agencia Espacial Mexicana (AEM)	2010	Planificación para la investigación y las aplicaciones espaciales
Perú	Agencia Espacial del Perú (CONIDA)	1974	Planificación para la investigación y las aplicaciones espaciales
Uruguay	Centro de Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial (CIDA-E)	1975	Investigación espacial y popularización de las ciencias espaciales
Venezuela	Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE)	2008	Planificación para la investigación espacial y la popularización de las ciencias espaciales

\*En 1991, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) comenzó a construir satélites científicos. El primero (UNAMSAT-1) se destruyó durante su lanzamiento en 1996; UNAMSAT-B se mantuvo en órbita durante un año.

Nota: Para más información sobre el programa CBERS, véase el capítulo sobre el Brasil en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* de 2010.

Fuente: Recopilado por el autor.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Investigación Espacial (INPE), lo que dio lugar al lanzamiento del primer satélite científico construido íntegramente en el Brasil en 1993 (SCD-1). El primer Satélite de Aplicaciones Científicas de la Argentina (SAC-B) se lanzó en 1996 para promover el estudio de la física solar y la astrofísica. Ambos países han alcanzado ya la masa crítica de competencias e infraestructuras necesarias para dominar diversas tecnologías espaciales. Los dos muestran determinación para dominar igualmente la cadena completa de tecnologías espaciales, desde las ciencias de los materiales, pasando por el diseño de ingeniería, la teledetección, los radares de apertura sintética, las telecomunicaciones y el procesamiento de imágenes, hasta las tecnologías de propulsión.

En octubre de 2014, se colocó en una órbita geoestacionaria alrededor de la Tierra el primer satélite de comunicaciones construido íntegramente en América Latina, ARSAT-1. Fue construido por INVAP, una empresa pública argentina, con un coste de 250 millones de dólares estadounidenses. Con este hito, la Argentina se ha convertido en uno de los diez únicos países que poseen esta tecnología. Es el primero de una constelación de tres satélites geosincrónicos que prestarán servicio a la Argentina y a otros países de la región. En septiembre de 2015, ARSAT-2 se lanzó desde la Guyana Francesa, mientras que el lanzamiento del ARSAT-3 está programado para 2017.

Por otra parte, una nueva generación de satélites científicos está lista para su lanzamiento. La serie de observación de la Tierra SAOCOM 1 y 2 utilizará datos de teledetección que incorporan un radar de apertura sintética diseñado y construido en la Argentina. La misión conjunta de la Argentina y el Brasil SABIA-MAR estudiará los ecosistemas oceánicos, el ciclo del carbono, la delimitación de los hábitats marinos, las costas y los peligros que les atañen, las aguas continentales y la pesca. También se encuentra en fase de desarrollo la nueva serie SARE diseñada para ampliar la observación remota activa de la Tierra mediante el uso de radares ópticos y de microondas. La Argentina también desarrolla nuevas tecnologías de lanzamiento a través de los proyectos TRONADOR I y II.

### **La hora de la ciencia de la sostenibilidad en América Latina**

En 2009, el desarrollo sostenible se reconoció como prioridad en una serie de foros regionales en los que participaron ministros y otras autoridades públicas de alto rango en América Latina (UNESCO, 2010). Los responsables de la toma de decisiones reconocieron que América Latina poseía ciertas características que exigían una agenda de investigación específica para la cooperación regional, centrada en la ciencia de la sostenibilidad.

La región alberga muchos de los puntos calientes de la biodiversidad en el mundo, además del mayor sumidero de carbono del planeta en tierra. Cuenta asimismo con un tercio de las reservas de agua dulce del mundo, y con el 12% de sus tierras cultivables. Varios países poseen un elevado potencial para el uso y el desarrollo de fuentes de energía, limpias y renovables.

El subcontinente también cuenta con una de las mayores tasas de pérdida de biodiversidad, debido a la transformación de los ecosistemas naturales; la conservación y la gestión sostenible de estos también se ve dificultada por la expansión de la frontera agraria y los problemas relacionados con la tenencia de tierras y la acreditación de las propiedades rurales. El Caribe y América Central también son muy vulnerables, en particular, a los ciclones tropicales. Los ecosistemas costeros y de las cuencas hidrográficas se degradan, a medida que la expansión de las urbes incrementa los niveles de contaminación y alimenta la demanda de recursos y energía (UNESCO, 2010).

A los científicos les preocupa el impacto medioambiental de los planes de Nicaragua para construir un canal que una los océanos Atlántico y Pacífico y que pasaría por el lago Nicaragua, la principal reserva de agua dulce de América Central. En junio de 2013, la Asamblea Nacional de Nicaragua aprobó una ley que otorgaba una concesión de 50 años a una empresa privada con sede en Hong Kong (China).

En agosto de 2015, la construcción de la controvertida ruta de envío no había comenzado aún.

La compleja naturaleza del desarrollo sostenible, en el que los procesos biogeofísicos, económicos y sociales tienden a solaparse, exige un enfoque transdisciplinario respecto a la ejecución de la agenda de investigación regional (Lemarchand, 2010), combinado con nuevos planes financieros de apoyo a la I+D asociada a escala regional y el refuerzo de capacidades en la ciencia de la sostenibilidad (Komiya *et al.*, 2011).

En las últimas dos décadas, la publicación de artículos científicos sobre temas relacionados con el desarrollo sostenible ha aumentado un 30% más rápido en América Latina que en el resto del mundo. Esta tendencia subraya el creciente interés por la ciencia de la sostenibilidad en la región. Sin embargo, actualmente, faltan programas de posgrado en América Latina (y en otros lugares) en la ciencia de la sostenibilidad. En 2015, la Universidad de las Naciones Unidas en Tokio puso en marcha el primer programa de doctorado en ciencias de la sostenibilidad. Las universidades de América Latina también deberían desarrollar programas de doctorado en este nuevo campo transdisciplinario.

### La energía renovable podría tener un futuro brillante

A principios de 2014, al menos 19 países latinoamericanos contaban con políticas de energías renovables, y al menos 14 habían adoptado los objetivos pertinentes, sobre todo respecto a la generación de electricidad. El Uruguay se propone generar el 90% de su electricidad a partir de fuentes renovables para 2015. A pesar de poseer una tasa de electrificación media de casi el 95%, una de las más altas entre las regiones en desarrollo, el acceso a la energía sigue planteando dificultades: se calcula que 24 millones de personas que viven principalmente en áreas rurales y remotas carecen aún de acceso a la electricidad en América Latina.

La mayoría de los países de la región han adoptado políticas regulatorias e incentivos fiscales con el fin de impulsar el despliegue de energías renovables (cuadro 7.5). El uso de licitaciones públicas competitivas ha cobrado impulso en los últimos años. El Brasil, El Salvador, el Perú y el Uruguay han puesto en marcha este tipo de procesos en 2013 abarcando más de 6,6 GW de capacidad eléctrica renovable. El ambiente más favorable para las fuentes de energía renovables atrae a nuevos inversores nacionales e internacionales.

Sin embargo, el Gobierno brasileño ha reducido su propio compromiso con la investigación en energía del 2,1% (2000)

al 0,3% (2012). Las fuentes renovables han constituido la principal víctima de tales recortes, incluida la industria del bioetanol, ya que la inversión pública se ha volcado cada vez más hacia la exploración de las reservas de petróleo y gas en alta mar frente a la costa sudeste del Brasil (capítulo 8).

La producción de tecnologías “verdes” como las turbinas eólicas se extiende por toda la región. Sin embargo, las diferencias en las estructuras y regulaciones del mercado eléctrico han obstaculizado hasta la fecha los esfuerzos por integrar los mercados de electricidad regionales, y la falta de infraestructuras de transmisión ha retrasado algunos proyectos. El principal obstáculo consiste en la imposibilidad de compensar las fluctuaciones en el suministro de energía renovable de un país a otro.

En cualquier caso, la región muestra un crecimiento sin precedentes, con grandes oportunidades para una expansión ulterior. En 2014, el Brasil ocupó el segundo puesto mundial en cuanto a capacidad hidroeléctrica (89 GW) y en la producción de combustible de biodiésel/etanol, el quinto lugar por su capacidad de calefacción solar de agua (6,7 GW), y el décimo por lo que se refiere a la energía eólica (5,9 GW). México es el cuarto mayor productor mundial de energía geotérmica (1 GW). Tanto Chile, como México han reforzado su capacidad propia en materia de

Cuadro 7.5: Políticas regulatorias e incentivos fiscales vigentes en América Latina respecto a las energías renovables, 2015

Países	Políticas regulatorias						Incentivos fiscales y financiación pública					
	Tarifa regulada/pago de primas	Cuota obligatoria de las compañías eléctricas/ normas de cartera para las energías renovables	Medición neta	Obligación/mandato en materia de biocombustibles	Obligación/mandato en materia de calefacción	Licitación	Subvención de capital, subsidio o descuento	Créditos de inversión o fiscales a la producción	Reducción de ventas, impuestos sobre la energía, al carbono, IVA u otros gravámenes	Pago por producción de energía	Inversión pública, préstamos o subvenciones	
Argentina							+	+	+	+	+	
Brasil								+	+		+	
Chile							+	+	+		+	
Colombia								+	+		+	
Costa Rica									+			
República Dominicana							+	+	+		+	
Ecuador									+		+	
El Salvador								+	+	+	+	
Guatemala								+	+			
Honduras								+	+			
México								+			+	
Nicaragua									+			
Panamá								+	+	+		
Paraguay									+			
Perú									+		+	
Uruguay							+		+	+	+	

Nota: No existen datos disponibles para Bolivia, Cuba y Venezuela. IVA alude al impuesto sobre el valor agregado.

Fuente: REN21 (2015) *Renewables 2015: Global Status Report*, pp. 99-101. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century: Paris.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

energía eólica y solar, mientras que el Uruguay ha ampliado su capacidad eólica por habitante más que ningún otro país. Otras aplicaciones innovadoras se encuentran en proceso de expansión, como los secadores de alimentos solares en México y el Perú para procesar frutas y café. Se necesitarán incentivos a largo plazo para la industria y el desarrollo tecnológico con el fin de garantizar que estas iniciativas se implementen plenamente.

### Fuerte crecimiento en el uso de las TIC...

El peso relativo de la región en los servicios mediante “nube” pública es cercano al 5% del total mundial, por debajo de su proporción del PIB global (8,3% en 2013, véase el cuadro 1.1). Sin embargo, un crecimiento anual estimado del 26,4% indica que estos servicios se expandirán con mayor rapidez que en Europa occidental. La previsión de un fuerte crecimiento en América Latina para la computación en la “nube” se ve confirmada al considerar la distribución regional de cargas de trabajo (workload) de centros de datos en la nube, que se espera que pasen de 0,7 a 7,2 millones de cargas entre 2011 y 2016, con una tasa de crecimiento anual acumulativa del 60% (CEPAL, 2015c).

Sin embargo, las empresas de América Latina se enfrentan a varios obstáculos para la adopción de las TIC. Incurren en unos costos fijos elevados asociados a la compra y el mantenimiento de equipos y software, y a su adaptación a los procesos de producción, debido a las limitadas competencias en materia de TIC en la región (BID, 2014). Otro problema clave que afecta a la difusión del servicio de banda ancha atañe a las altas tasas cobradas por el servicio en relación con los ingresos por habitante. Mientras que, en la UE, las tasas de servicio más asequibles equivalen aproximadamente al 0,1% del ingreso per cápita, en América Latina, oscilan del 0,6% en Chile y México, a casi el 21% en Bolivia (CEPAL, 2015).

En las dos últimas décadas, el sector tecnológico de Costa Rica se ha convertido en una de las industrias más dinámicas de América Latina. El objetivo principal de las más de 300 empresas del sector es desarrollar software para los mercados locales e internacionales. La industria costarricense desempeña asimismo un papel importante en la fabricación y las exportaciones de alta tecnología, como vimos anteriormente, aunque la salida de Intel afectará a este mercado.

En América Latina se han diseñado diversos fondos sectoriales e incentivos fiscales para que la industria del software eleve la productividad y la capacidad de innovación de las PYME. Un ejemplo de éxito en lo que atañe a fondos competitivos es el mencionado FONSOFT en la Argentina; otro es el de PROSOFT en México. Ambos cuentan con un conjunto diverso de instrumentos de política para mejorar la calidad de la producción de software y promover los vínculos entre los ámbitos académico y empresarial. Estos fondos sectoriales hacen hincapié en la colaboración entre instituciones públicas de investigación, la

transferencia de tecnología, los servicios de extensión, el fomento de las exportaciones, y el desarrollo industrial.

Un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2014) prevé que, para 2025, Buenos Aires, Montevideo, San José, Córdoba y Santiago serán los cinco centros más importantes para el desarrollo de las TIC y las industrias del software. Para entonces, se espera que la externalización de procesos empresariales de lugar al empleo de 1,2 millones de personas y genere ventas por un importe de 18 500 millones de dólares estadounidenses en la región.

### ...y en biotecnología

El impacto de la investigación y la innovación en la biotecnología en América Latina ha sido ampliamente documentado (Sorj *et al.*, 2010; Gutman y Lavarello, 2013; RICYT, 2014). Aunque el progreso en biotecnología se ha circunscrito fundamentalmente a un puñado de centros de investigación y corporaciones en los países desarrollados, varias instituciones públicas de investigación en los países de América Latina han contribuido también a estos avances desde mediados de la década de 1950. Sin embargo, las redes y nodos de estas instituciones se encuentran habitualmente en los países desarrollados, y las respectivas tecnologías no se transfieren de manera automática. Esta situación ofrece grandes oportunidades para el desarrollo local.

Hasta ahora, la inversión en biotecnología se ha dirigido más a la enseñanza superior y la creación de capacidades en el sector público, que hacia la I+D. Esta tendencia ha generado un terreno fértil para las empresas privadas que desean reclutar su personal en el ámbito local. Como se ha indicado anteriormente, la agricultura y la sanidad absorben la mayor parte de la inversión en varios países. Cerca del 25% de las publicaciones de la región se refieren a las ciencias biológicas, y un 22% a las ciencias médicas (gráfico 7.8). Una de las instituciones más prolíficas en cuanto a la obtención de patentes de productos farmacéuticos es la Universidad Federal de Minas Gerais (Brasil) y, en el sector agroalimentario, podría citarse a Embrapa (Brasil), INTA (Argentina) e INIA (Uruguay).

Un número relativamente modesto de empresas se especializan en la transferencia de tecnología (Gutman y Lavarello, 2013; Bianchi, 2014). Entre las empresas de biotecnología más innovadoras de la región figuran las siguientes: Grupo Sidus (Biosidus y Tecnoplant), Biogénesis-Bagó, Biobrás-Novo Nordik, Biom, FK Biotecnología, BioManguinos, Vallée, Bio Innovation, Bios-Chile, Vecol y Orius.

Según la Confederación Nacional de Industria Brasileña, las principales áreas de investigación en el marco del sistema brasileño de innovación agraria son la biotecnología, los biorreactores, la reproducción asistida vegetal y animal, la biotecnología forestal, la recogida y conservación de

germoplasma, la resistencia de las plantas a los factores de estrés bióticos y abióticos, los organismos modificados genéticamente y la bioprospección. Existen asimismo algunos ejemplos de contratos de I+D entre empresas públicas y privadas. Embrapa lleva a cabo estudios con todas las entidades que siguen, a saber: Monsanto (Estados Unidos de América), BASF (Alemania), DuPont (Estados Unidos de América) y Syngenta (Suiza). También existen contratos de I+D en el Brasil respecto a la producción de semillas con organizaciones sin fines de lucro, como Unipasto y Sul Pasto, y con fundaciones (Meridiano, Triângulo, Cerrado, Bahia y Goiás).

El proyecto Biotech constituye un ejemplo interesante de cooperación subregional diseñada para aprovechar mejor las capacidades de investigación existentes y fomentar la competitividad en sectores productivos en el espacio MERCOSUR<sup>13</sup>. La segunda fase, Biotech II, aborda proyectos regionales de innovación biotecnológica ligados a la salud humana (diagnóstico, prevención y desarrollo de vacunas contra enfermedades infecciosas, cáncer, diabetes tipo 2 y enfermedades autoinmunes) y la producción de biomasa (cultivos tradicionales y no tradicionales), procesos de elaboración de biocombustibles y evaluación de sus subproductos. Se han incorporado nuevos criterios para responder a la demanda de los consorcios participantes respecto a una mayor rentabilidad de la inversión y a la participación de más asociados, como los procedentes de Europa.

## PERFILES DE PAÍSES

El Observatorio Mundial de Instrumentos de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación (GO→SPIN) de la UNESCO ofrece una descripción completa de los sistemas nacionales de innovación de los 34 países de América Latina y el Caribe, con actualizaciones periódicas cada seis meses<sup>14</sup>. Dado el tamaño de la región, resumimos los acontecimientos más importantes desde 2010 únicamente para los países con una población superior a 10 millones de habitantes. Para consultar un perfil del Brasil, véase el capítulo 8.

### ARGENTINA



#### La inversión en CTI se ha acelerado

La Argentina ha disfrutado de una década de fuerte crecimiento (en torno al 6% anual hasta 2013), fundamentado en parte en los elevados precios de las materias primas. Sin embargo, con el fin del auge cíclico de estos productos, el aumento de los subsidios y una divisa fuerte, combinados con problemas no resueltos derivados de la crisis de la deuda del país en 2001, han comenzado a afectar el comercio. La economía argentina creció únicamente en un 0,5% en 2014,

como resultado de la expansión del consumo público (+2,8%) se vio compensado por caídas del 12,6% en las importaciones, y del 8,1% en las exportaciones (CEPAL, 2015a). Frente a una tasa de desempleo del 7,1% en el primer trimestre de 2015, el Congreso aprobó un proyecto de ley del Poder Ejecutivo con la finalidad de ampliar el grado de formalidad laboral, a través de la reducción de las contribuciones patronales para microempresas y de disminuciones de las cargas sociales para empresas de mayor tamaño que creen nuevos puestos de trabajo.

Entre 2008 y 2013, la infraestructura de investigación experimentó en la Argentina una expansión sin precedentes. Desde 2007, el Gobierno ha construido más de 100 000 m<sup>2</sup> de nuevos laboratorios, con otros 50 000 m<sup>2</sup> en construcción en septiembre de 2015. El gasto en I+D casi se duplicó entre 2008 y 2013, y la cifra de investigadores y publicaciones creció en un 20% y un 30%, respectivamente (gráficos 7.5, 7.6 y 7.8).

En 2012, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) puso en marcha el *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: Argentina Innovadora 2020*. El Plan prioriza las regiones más subdesarrolladas desde el punto de vista científico, asignando el 25% de todos los nuevos puestos en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) a estas regiones. El Plan se organiza en una matriz compuesta por seis áreas estratégicas (agroindustria; energía; medio ambiente y desarrollo sostenible; salud; industria; y desarrollo social) y tres tecnologías de propósito general (TPG): biotecnologías, nanotecnologías y TIC.

La creación del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) por parte del MINCYT en 2009 aceleró el paso de los instrumentos de política horizontales a los verticales. Su misión consiste en establecer asociaciones de entidades públicas y privadas, con el fin de mejorar la competitividad en los siguientes sectores: biotecnología, nanotecnología, TIC, energía, salud, agroalimentario, desarrollo social, medio ambiente y cambio climático.

La creación del Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI) en 2015 debería proporcionar al MINCYT un enorme impulso, ya que, en lo sucesivo, el Ministerio podrá aprovechar los resultados de estudios estratégicos y ejercicios de previsión elaborados por el CIECTI en el diseño de políticas futuras.

Más de uno de cada diez investigadores a tiempo completo en la Argentina participó en alguna iniciativa de colaboración internacional entre 2007 y 2013, en el marco de un total de 1 137 proyectos de investigación en otros países. En algunos casos, tal colaboración dio lugar a que los investigadores argentinos trabajaran con extranjeros que habían completado períodos de prácticas en instituciones argentinas como parte de su formación de postdoctorado.

13. Véase: [www.biotecsur.org](http://www.biotecsur.org).

14. Véase: <http://spin.unesco.org.uy>.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

## CHILE



### Un deseo de adoptar la economía del conocimiento

La economía de Chile creció un 1,9% en 2014, lo que supone una notable ralentización frente al 4,2% de 2013. En 2015 se prevé una expansión del 2,5%, impulsada por un notable aumento del gasto público y la evolución positiva del sector exterior (CEPAL, 2015a). Chile es el principal receptor de IED en la región. Solo en 2014, obtuvo más de 22 000 millones de dólares estadounidenses por esta vía. En Chile, la proporción de financiación privada de la educación supera a la de cualquier otro país miembro de la OCDE, con un 40,1% del gasto en educación procedente de fuentes privadas (un 16,1% de promedio para los países de la OCDE). Chile fue el mayor país latinoamericano que obtuvo las puntuaciones más elevadas en la prueba de matemáticas de PISA 2012, si bien se mantiene 71 puntos por debajo de la media de la OCDE.

En Chile, es la Oficina del Presidente de la República la que dirige el sistema nacional de innovación, bajo la dirección directa del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). Este último propone las directrices generales para la formulación de una *Estrategia nacional de innovación*. El Comité Interministerial de Innovación evalúa a continuación estos criterios antes de establecer las políticas nacionales de CTI a corto, medio y largo plazo; y supervisa además la ejecución de la *Estrategia nacional de innovación*.

Los Ministerios de Educación y de Economía desempeñan un papel protagonista en el Comité Interministerial de Innovación, cuya participación se canaliza a través de las principales instituciones públicas centradas en la CTI, a saber, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y la unidad *InnovaChile* de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Esta última<sup>15</sup> apoya a los sectores con un elevado potencial de crecimiento mediante la financiación de las PYME y el fomento de las empresas incipientes mediante la aportación de capital inicial.

La *Agenda de productividad, innovación y crecimiento económico en 2014-2015* del Gobierno refleja el deseo de pasar de una economía basada en los recursos naturales, a otra fundamentada en el conocimiento, mediante la diversificación de la economía y el apoyo a los sectores con un elevado potencial de crecimiento. CORFO constituye un asociado clave en esta iniciativa.

En marzo de 2012, el Gobierno había modificado ya su marco de desgravaciones fiscales para la I+D, con el fin de facilitar a las empresas la tarea de innovar. La reforma suprimió tanto los requisitos de admisibilidad para la colaboración con los centros

de investigación externos, como la obligación de invertir al menos el 15% de los ingresos anuales brutos de la empresa en I+D. En una acción cuestionada por algunos, los ingresos de las regalías recaudadas de todas las explotaciones mineras se utilizaron para financiar el desarrollo de agrupaciones de entidades dedicadas a la I+D en sectores prioritarios.

En enero de 2015, la Presidenta de la República Michelle Bachelet creó una Comisión Presidencial compuesta por 35 expertos denominada "Ciencia para el desarrollo de Chile". Su mandato consiste en elaborar una propuesta respecto al modo de fomentar la CTI y una amplia cultura científica. Actualmente se considera la posibilidad de crear un Ministerio de Ciencia y Tecnología.

## COLOMBIA



### Mayor prioridad a la innovación

La economía de Colombia creció un 4,6% en 2014. Las previsiones de crecimiento para 2015 se han revisado a la baja, aunque siguen situándose entre el 3% y el 3,5% (CEPAL, 2015a). En junio de 2015, el Gobierno aplicó varias políticas contracíclicas denominadas colectivamente como el *Plan de Impulso a la Prosperidad y el Empleo*, con el fin de fomentar la inversión y, de este modo, limitar la desaceleración económica.

Colombia prepara su entrada en la OCDE con la intención de adoptar, adaptar y aplicar distintas prácticas mejoradas en diversos ámbitos relacionados con la gobernanza pública, el comercio, la inversión, los asuntos fiscales, la CTI, el medio ambiente, la educación y otros.

El sistema de innovación de Colombia lo coordina el Departamento de Planificación Nacional y el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias). En 2009, Colciencias se transformó en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, con la responsabilidad de formular, coordinar, ejecutar e implementar las políticas públicas relacionadas con los planes y programas de desarrollo del país.

En 2012, el Gobierno creó *iNNpulsa Colombia* con el Banco Nacional de Desarrollo, al objeto de apoyar la innovación y la competitividad, con un presupuesto de 138 millones de dólares estadounidenses para el período de 2012-2013. Por otra parte, en torno al 70% del Programa de gestión de la innovación de Colciencias se orientó hacia las microempresas y las PYME (con un presupuesto de 20 millones de dólares estadounidenses en 2013). Desde 2009, Colciencias ha venido asignando anualmente 0,5 millones de dólares estadounidenses al fomento de colaboración entre las empresas y el sector académico. El Fondo del Sistema General

15. Véase [www.corfo.cl](http://www.corfo.cl).



## ECUADOR

### Invertir en la economía del conocimiento del futuro

La economía del Ecuador creció un 3,8% en 2014, pero las previsiones para 2015 se han revisado a la baja, hasta el 1,9%. La caída del precio medio del crudo ecuatoriano de 96 dólares estadounidenses por barril en 2013, a 84 dólares en 2014 ha dado lugar a que las exportaciones de petróleo perdieran el 5,7% de su valor en 2014, aun cuando su volumen subió un 7% (CEPAL, 2015a).

Entre 2008 y 2013, el GBID se triplicó en dólares en PPA, el número de investigadores se duplicó (gráfico 7.6) y la producción científica se elevó en un 50% (gráfico 7.8). En la última década, la inversión pública en educación se ha quintuplicado, al pasar de 0,85% (2001) a 4,36% (2012), y una cuarta parte de ésta se dedica a la enseñanza superior (1,16%). Este acusado aumento de la financiación de la educación forma parte de la estrategia más amplia del Gobierno en desarrollar una economía del conocimiento mediante la reducción de la dependencia del Ecuador respecto a los ingresos del plátano y del petróleo. Se ha emprendido una reforma exhaustiva de la enseñanza superior, con el fin de erigir dos de los pilares de toda economía del conocimiento: la investigación y la formación de calidad. En 2010, la Ley de educación superior estableció cuatro universidades de referencia: Ikiam (recuadro 7.4), Yachay, la Universidad Nacional de Educación y la Universidad de las Artes. La Ley introdujo asimismo la educación gratuita y un sistema de becas escolares para brindar a un mayor número de alumnos prometedores la oportunidad de acceder a una formación universitaria. En 2012, varias universidades privadas tuvieron que cerrar porque no respetaban los criterios de calidad definidos por la Ley.

Los programas de referencia establecidos por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) comprenden un nuevo sistema avanzado de becas para que los licenciados lleven a cabo programas de doctorado en el extranjero, y la construcción de la Ciudad del Conocimiento, diseñada de manera similar a ciudades creadas en China, los Estados Unidos de América, Francia, Japón y la República de Corea. Yachay (que significa "conocimiento" en quechua) es una ciudad planificada para la innovación tecnológica y las empresas intensivas en conocimiento que combina ideas, talento e infraestructuras de vanguardia. Juntos, estos ingredientes deben ser capaces de crear una ciudad que materialice el concepto indígena de "buen vivir". La ciudad se organizará en torno a cinco pilares del conocimiento: ciencias de la vida, TIC, nanociencias, energía y petroquímica. Yachay albergará la primera Universidad de Investigación Tecnológica Experimental del Ecuador, que se vinculará a diversos institutos

de Regalías también prioriza actualmente el desarrollo regional en lo que concierne a la CTI.

Entre 2010 y 2014, Colciencias formuló diversas estrategias para reforzar las políticas de CTI, como Visión 2025, que busca situar a Colombia como uno de los tres países más innovadores de América Latina para 2025, y un líder mundial en biotecnología. Se trata de que Colombia pueda ofrecer soluciones locales, regionales y globales a problemas como la sobrepoblación y el cambio climático, con un conjunto de centros de excelencia que trabajan en enfermedades transmitidas por vectores y las posibilidades de interacción con otros sectores: sanidad, cosméticos, energía y agricultura.

Visión 2025 propone la generación de 3 000 nuevos doctorados y 1 000 patentes anuales, y la colaboración con 11 000 empresas para 2025. El programa asignará 678 millones de dólares estadounidenses durante el período de 2011 a 2014, y dirigirá sus esfuerzos a investigadores de los sectores público y privado. En 2014, el Gobierno puso en marcha un Programa de repatriación de cerebros, encaminado a procurar el retorno de 500 doctorados emigrados durante los cuatro años siguientes.

## CUBA



### Preparación de incentivos para atraer inversores

La economía cubana creció en un 1,3% en 2014 y se prevé que tal proporción se elevará al 4% en 2015. En 2014-2015 se identificaron 11 sectores prioritarios para atraer al capital extranjero, entre los que se cuentan la industria agroalimentaria; la industria general; las energías renovables; el turismo; el petróleo y la minería; la construcción; la industria farmacéutica y biotecnológica (CEPAL, 2015a).

Con la normalización de las relaciones con los Estados Unidos de América en 2015, Cuba se encuentra en el proceso de establecer un régimen jurídico más atractivo que ofrezca incentivos fiscales significativos y garantías a los inversores. Cuba es ya uno de los destinos más populares para los alumnos universitarios latinoamericanos (véase la p. 184).

Entre 2008 y 2013, la cifra de artículos científicos de autoría cubana aumentó en un 11%, aun cuando el GBID retrocedió del 0,50% al 0,41% del PIB. En 2014, el Gobierno creó el Fondo Financiero de Ciencia e Innovación (FONCI), con el fin de potenciar el impacto socioeconómico y medioambiental de la ciencia mediante el impulso de la innovación empresarial. Se trata de un notable avance para Cuba, teniendo en cuenta que, hasta la fecha, la mayor parte de la financiación de la I+D procedía de la asignación presupuestaria del erario público.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

## Recuadro 7.4: Ikiam: una universidad en el corazón del Amazonas

Las ciudades de Quito y Guayaquil concentran más de la mitad de las universidades e institutos politécnicos del Ecuador. La Universidad Ikiam (que significa "bosque" en jíbaro) abrió sus puertas en octubre de 2014 en el corazón del Amazonas. El primer contingente de 150 estudiantes descubrió un campus rodeado por 93 hectáreas de biodiversidad excepcional; este territorio protegido servirá como laboratorio al aire libre para los estudiantes y los investigadores de Ikiam, que estudiarán principalmente la

farmacología y la gestión sostenible de los recursos naturales.

El objetivo es convertir Ikiam en la primera universidad de clase mundial del Ecuador en el terreno de la enseñanza y la investigación. Todos los profesores cuentan con un doctorado y la mitad son extranjeros. La universidad ofrece programas de nivelación a los alumnos de primer año para que puedan superar cualquier carencia en su formación hasta el momento de su admisión.

En diciembre de 2013, se organizó un seminario internacional en Misahuallí (Napo), con el fin de analizar el futuro programa académico de Ikiam, así como la estructura organizativa y las estrategias de investigación de la universidad. Participaron diez científicos ecuatorianos, así como 53 científicos procedentes de Alemania, Australia, Bélgica, el Brasil, el Canadá, España, los Estados Unidos de América, Francia, los Países Bajos, el Reino Unido, Sudáfrica y la República Bolivariana de Venezuela.

Fuente: [www.conocimiento.gob.ec](http://www.conocimiento.gob.ec).

de investigación públicos y privados, centros de transferencia de tecnología, empresas de alta tecnología y comunidades agrarias y agroindustriales del Ecuador, convirtiéndose así en el primer eje de conocimiento latinoamericano.

En 2013, se aprobó la legislación que certifica el reconocimiento oficial de la condición de investigador científico y da lugar al establecimiento de diferentes categorías de investigadores. Esta medida normativa permite fijar salarios especiales para los investigadores, con arreglo a su categoría de servicio.

## ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

### Prioridad a la investigación comunitaria y productiva

Bolivia sigue mostrando un crecimiento saludable: 5,4% en 2014, con previsiones del 4,5% en 2015 (CEPAL, 2015a). El Gobierno promueve la industrialización del sector de los hidrocarburos, así como la extracción de gas natural y litio, mediante la Ley de Promoción de Inversiones (2014) y la Ley de Minería y Metalurgia (2014). Otros proyectos comprenden el impulso de las exportaciones de electricidad a la Argentina y el Brasil (CEPAL, 2015a).

El Gobierno elegido en 2005 ha adoptado un nuevo modelo productivo comunitario con el fin de garantizar que la producción excedentaria atienda las necesidades colectivas, como parte de la transición planificada del capitalismo al socialismo. De acuerdo con este modelo, se considera que los cuatro sectores estratégicos capaces de generar un superávit para los bolivianos son los de los hidrocarburos, la minería, la energía y los recursos medioambientales. En lugar de utilizar este superávit para impulsar las

exportaciones, el nuevo modelo aboga por utilizarlo en el desarrollo de sectores generadores de empleo como la manufactura, el turismo, la industria y la agricultura.

Desde 2010, el diseño de las políticas de CyT ha sido objeto de la supervisión del Ministerio de Educación. Se ha propuesto una serie de programas en el marco del Plan Estratégico Institucional 2010-2014, incluido el Sistema Boliviano de Información Científica y Tecnológica (SIBICYT) y el Sistema Boliviano de Innovación. En el marco del plan, el Programa de Innovación, Investigación, Ciencia y Tecnología establece las bases para los siguientes instrumentos de política:

La realización de estudios comunitarios y productivos en los institutos técnicos públicos del país;

La creación de centros de investigación e innovación en textiles, cuero, madera y camélidos (se cree que Bolivia cuenta el mayor número de llamas en el mundo);

El desarrollo de redes de investigación e innovación en la biodiversidad, la producción de alimentos y la gestión de la tierra y el agua; algunas de estas redes engloban a más de 200 investigadores de instituciones públicas y privadas, distribuidos en diversos grupos de trabajo regionales y nacionales; y

La creación de un fondo para la CTI.

## GUATEMALA

### La necesidad de potenciar su capital humano

La economía de Guatemala creció un 4,2% en términos reales en 2014, frente al 3,7% en 2013. El crecimiento se vio impulsado

por un notable aumento de la demanda interna entre los consumidores privados, en particular, junto con una baja inflación, el incremento de los salarios reales, y unos niveles superiores de préstamo bancario al sector privado (CEPAL, 2015a).

El gasto público en educación se ha mantenido estable desde 2006 en torno al 3% del PIB, pero sólo una octava parte de esta cantidad se destina a la enseñanza superior, según el Instituto de Estadística de la UNESCO. Además, entre 2008 y 2013, el gasto total en educación pasó del 3,2% al 2,8% del PIB. Durante este mismo período, el GBID cayó un 40% (en dólares estadounidenses en PPA) y el número de investigadores a tiempo completo, en un 24%. Aunque la producción científica aumentó en un 20% (gráfico 7.8), esta progresión es modesta comparada con la de otros países de la región. Si comparamos Guatemala con Malawi, un país con casi la misma superficie y población, el PBI del primero es diez veces el del segundo, pero Malawi publica casi tres veces más artículos científicos que Guatemala. Este dato sugiere que Guatemala ha caído en la trampa de Sísifo (véase la próxima sección).

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) y la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) coordinan actualmente la CTI en Guatemala y se encargan de las políticas de implementación en esta área. En 2015, se debatió un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para 2032, concebido para reemplazar el plan existente. Guatemala dispone de una amplia gama de mecanismos de financiación, entre los que figura el Fondo de Apoyo a la Ciencia y Tecnología (FACYT), el Fondo para el Desarrollo Científico y Tecnológico (FODECYT) y el Fondo Múltiple de Apoyo al Plan Nacional de Ciencia y Tecnología (MULTICYT). Estos se complementan con el Fondo de Innovación Tecnológica (FOINTEC) y el Fondo para las Actividades de Emergencia en materia de Ciencia y Tecnología (AECYT). Una subvención del Banco Interamericano de Desarrollo en 2012-2013 ha facilitado la puesta en marcha de estos fondos.

## MÉXICO

### Un objetivo del 1% en cuanto al GBID/PIB, pero sin un horizonte temporal específico



México, la segunda mayor economía de América Latina después del Brasil, creció un 2,1% en 2014, y se espera que lo haga un poco mejor en 2015 (en torno al 2,4%), según la CEPAL. En 2014-2015, México mantuvo intensas conversaciones con diversos países de la UE con vistas a entablar las negociaciones relativas a un nuevo tratado de libre comercio. Según el Gobierno mexicano, el objetivo es actualizar el acuerdo suscrito en 2000, con el fin de mejorar el acceso de los productos y servicios mexicanos al mercado europeo, fortalecer los vínculos existentes, y crear un área transatlántica de libre comercio (CEPAL, 2015a).

Entre 2008 y 2013, el GBID (en dólares estadounidenses en PPA) y la producción científica crecieron en un 30% (gráfico 7.8) y el número de investigadores a tiempo completo, en un 20% (gráfico 7.5). Para mejorar la gobernanza del sistema nacional de innovación, el Gobierno creó en 2013 la Oficina de Coordinación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, en el marco de la Oficina del Presidente. Ese mismo año, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) fue ratificado como el principal órgano de gobierno de la CTI en México.

El *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018* propone que el desarrollo de la CTI se convierta en el pilar del crecimiento socioeconómico sostenible. Plantea asimismo un nuevo Programa Especial para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación 2014-2018, encaminado a convertir a México en una economía del conocimiento, con el objetivo normativo de alcanzar un GBID del 1% PIB, pero sin ningún horizonte temporal específico.

El número de programas de doctorado que participan en el Programa Nacional de Estudios de Posgrado de Calidad se elevó de 427 a 527 entre 2011 y 2013. En 2015, CONACYT prestó su apoyo a unos 59 000 becarios de posgrado. México ha reorientado sus programas de enseñanza superior hacia el fomento de las competencias empresariales y una cultura del emprendimiento. En 2014, la Iniciativa de Cátedras CONACYT previó la creación de 574 nuevos puestos para investigadores jóvenes mediante concurso y, en 2015, amplió este programa a otros 225 nuevos puestos. El apoyo público a las infraestructuras en materia de investigación se triplicó entre 2011 y 2013, al pasar de 37 a 140 millones de dólares estadounidenses.

Como parte del impulso para promover una economía del conocimiento, México ha emprendido la creación o la consolidación de Oficinas de Transferencia de Tecnología a través de su Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA), con el fin de animar a las instituciones que generan conocimientos a establecer vínculos con el sector privado a través de consultoría, la concesión de licencias, y las empresas incipientes. Paralelamente, CONACYT ha venido estimulando la innovación empresarial a través de su Programa de Incentivos a la Innovación, que duplicó su presupuesto entre 2009 y 2014 de 223 a 500 millones de dólares estadounidenses.

En 2013, México propuso una nueva Estrategia nacional sobre el cambio climático, y en este marco, elevó el objetivo de eficiencia energética en un 5% para la compañía petrolera nacional PEMEX, y aumentó la eficiencia de las líneas de transmisión y distribución en un 2%, y la eficiencia térmica de las centrales termoeléctricas alimentadas por fósiles en un 2%. El objetivo es utilizar la investigación endógena y un nuevo fondo sectorial conocido como CONACYT-SENER para alcanzar estos objetivos; este último fondo facilita la resolución de problemas en las áreas de la eficiencia energética, la energía renovable y tecnologías "limpias y verdes".

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Para promover el desarrollo regional, en 2009 el Gobierno estableció el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT), como complemento de los Fondos Mixtos (FOMIX) existentes. FORDECYT recibe fondos tanto federales (CONACYT), como estatales para promover la I+D a escala estatal y municipal. El nuevo régimen de ratio de contribución para estas dos fuentes de financiación es, respectivamente, de 3:1. Los fondos movilizados ascendieron únicamente a 14 millones dólares estadounidenses en 2013.

## PERÚ



### Un nuevo fondo para la innovación

La economía peruana creció un 2,4% en 2014 y se espera que avance en un 3,6% en 2015, impulsada por un notable aumento de la producción minera y, en menor medida, por un mayor gasto público y el estímulo monetario generado por la reducción en las tasas de interés y la mayor disponibilidad de crédito (CEPAL, 2015a).

Se ha estimado que el GBID se sitúa en tan sólo el 0,12% del PIB (véase el artículo de J. Kuramoto en Crespi y Dutrénit, 2014). Las políticas de investigación e innovación en el Perú las coordina el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). Desde 2013, el CONCYTEC ha venido funcionando en la órbita de la Presidencia del Consejo de Ministros. El presupuesto operativo del CONCYTEC experimentó un enorme incremento entre 2012 y 2014, al pasar de 6,3 a 110 millones de dólares estadounidenses.

El *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2006-2021* se centra en los siguientes pilares:

- Obtención de resultados en materia de investigación centrados en las necesidades del sector productivo.
- Aumento del número de investigadores y profesionales cualificados.
- Mejora de la calidad de los centros de investigación.
- Racionalización de la creación de redes y la información de los sistemas de CTI.
- Refuerzo de la gobernanza del sistema nacional de innovación.

En 2013, el Gobierno creó el Fondo Marco para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología (FOMITEC), asignando unos 280 millones de dólares estadounidenses al diseño y la aplicación de instrumentos financieros y económicos que promuevan el desarrollo de la investigación y la innovación para la competitividad. El Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT) recibió 85 millones de dólares estadounidenses en 2014, lo que

representa un aumento respecto al ejercicio anterior. El Gobierno ha presentado un programa de becas para doctorandos que deseen estudiar en el extranjero (unos 20 millones de dólares estadounidenses), y para aquéllos que tengan previsto estudiar en universidades locales (10 millones de dólares).

## REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA



### Descenso de la producción científica

En 2014, la economía venezolana se contrajo en un 4% con una tasa de inflación de dos dígitos (CEPAL, 2015a). El número de investigadores a tiempo completo aumentó en un 65% entre 2008 y 2013, lo que representa la tasa de crecimiento más alta de la región. Sin embargo, la producción científica ha disminuido en realidad un 28% en la última década (gráfico 7.8).

En 2010, una reforma del decreto regulador de la Ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación (LOCTI) estableció que los sectores industriales y empresariales con mayores ingresos debían pagar un impuesto especial para financiar laboratorios y centros de investigación. El Gobierno priorizó varias áreas temáticas a las que deben asignarse tales recursos: alimentación y agricultura; energía; seguridad pública; vivienda y urbanismo; y salud pública. Se han formulado planes para las áreas relacionadas con el cambio climático y la diversidad biológica, bajo la dirección del Ministerio de Medio Ambiente.

Tras una serie de reformas ministeriales en 2015, al Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología se le encargó la tarea de coordinar la política de CTI.

La publicación en línea *Piel-Latinoamericana* refiere que 1 100 de los 1 800 doctores que se graduaron de la facultad de medicina en Venezuela en 2013 han abandonado el país desde entonces. Aunque no se dispone de las cifras exactas, según el Presidente de la Academia Venezolana de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, muchos investigadores han emigrado en la última década, la mayoría de ellos científicos e ingenieros, después de quedar desilusionados con las políticas gubernamentales. Este es otro ejemplo de la trampa de Sísifo (véase el apartado siguiente).

## REPÚBLICA DOMINICANA



### Crecimiento limitado a ciertos "enclaves" económicos

El crecimiento económico en la República Dominicana ha sido elevado con arreglo a los estándares regionales, con un promedio del 5,1% en los 12 años transcurridos hasta 2013. Sin embargo, este crecimiento no se ha acompañado de una reducción significativa de la pobreza o la desigualdad, contrariamente a las tendencias en algunos otros países

latinoamericanos. Además, el crecimiento se ha concentrado en gran medida en lo que se describe en ocasiones como "enclaves" económicos, como el turismo combinado, las zonas francas industriales, y la minería, con escasa vinculación con la economía en general.

Dada la composición de los sectores que impulsan el crecimiento reciente, no sorprende que los indicadores tradicionales de la intensidad de la investigación empresarial, como las exportaciones de alta tecnología o la obtención de patentes, muestren poca actividad (gráficos 7.3 y 7.9). Las encuestas sobre innovación facilitadas por la UNCTAD (2012) ponen de relieve que lo poco que invierten las empresas en investigación procede principalmente de sus propios fondos, lo que sugiere un apoyo público débil y escasos vínculos con los agentes no empresariales.

Las reformas constitucionales adoptadas en enero de 2010 elevaron la Secretaría de Estado de Educación Superior, Ciencia y Tecnología existente a la categoría de ministerio. El Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT) se ha encargado desde entonces de generar indicadores nacionales de ciencia y tecnología, y de aplicar

un programa nacional para fomentar la iniciativa empresarial. El *Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2018* del Ministerio establece prioridades en materia de investigación en las siguientes áreas:

Biotecnología;

Ciencias básicas;

Energía, haciendo hincapié en las fuentes renovables y los biocombustibles;

Ingeniería informática e inteligencia artificial;

Innovación en procesos, productos, bienes y servicios;

Medio ambiente y recursos naturales; y

Salud y tecnología alimentaria.

Varias reformas esenciales recomendadas en la revisión efectuada por la UNCTAD de la política de CTI en la República Dominicana ayudaría a combinar las iniciativas públicas y privadas en estos sectores prioritarios. Tales recomendaciones incluyen un aumento sustancial de la inversión pública en CTI, el fomento de la demanda de CTI a través de la contratación pública, y el reconocimiento oficial de la condición de investigador (UNCTAD, 2012).

**Cuadro 7.6: Instituciones en América Latina y el Caribe con el mayor número de publicaciones científicas, 2010-2014**

*Países de habla española de más de 10 millones de habitantes*

<b>Argentina</b>	CONICET (51,5%)	Universidad de Buenos Aires (26,6%)	Universidad Nacional de la Plata (13,1%)	Universidad Nacional de Córdoba (8,3%)	Universidad Nacional de Mar del Plata (4,3%)
<b>Bolivia</b>	Universidad Mayor de San Andrés (25,2%)	Universidad Mayor de San Simón (10,7%)	Universidad Autónoma René Moreno (2,6%)	Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (2,2%)	Universidad Católica Boliviana San Pablo (1,5%)
<b>Chile</b>	Universidad de Chile (25,4%)	Pontificia Universidad Católica de Chile (21,9%)	Universidad de la Concepción (12,3%)	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (7,5%)	Universidad Austral de Chile (6%)
<b>Colombia</b>	Universidad Nacional de Colombia (26,7%)	Universidad de Antioquia (14,6%)	Universidad de los Andes (11,9%)	Universidad Valle (7,8%)	Pontificia Universidad Javeriana (4,6%)
<b>Cuba</b>	Universidad de La Habana (23,4%)	Universidad Central Marta Abreu las Villas (5,5%)	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (5%)	Universidad Oriente (4,9%)	Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri (4%)
<b>República Dominicana</b>	Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (8%)	Instituto Tecnológico Santo Domingo (6%)	Ministerio de Agricultura (4%)	Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (3%)	Hospital General Plaza Salud (3%)
<b>Ecuador</b>	Universidad San Francisco de Quito (15,0%)	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (11%)	Universidad Técnica de Loja (6,0%)	Escuela Nacional Politécnica (5,4%)	Universidad de Cuenca (3,7%)
<b>Guatemala</b>	Universidad del Valle (24,4%)	Hospital General San Juan de Dios (3,0%)	Universidad de San Carlos (2,5%)	Ministerio de Sanidad Pública y Asistencia Social (2,0%)	
<b>México</b>	Universidad Autónoma Nacional de México (26,2%)	Instituto Politécnico Nacional de México (17,3%)	Universidad Autónoma Metropolitana de México (5%)	Universidad Autónoma de Puebla (2,1%)	Universidad Autónoma de San Luis Potosí (2,9%)
<b>Perú</b>	Universidad Cayetano Heredia (21,6%)	Universidad Nacional de San Marcos (10,3%)	Pontificia Universidad Católica del Perú (7,5%)	Centro Internacional de la Papa (3,6%)	Universidad Nacional Agraria La Molina (2,5%)
<b>Venezuela</b>	Universidad Central de Venezuela (23%)	IVIC (15,1%)	Universidad Simón Bolívar (14,2%)	Universidad de los Andes (13,3%)	Universidad Zulia (11,1%)

Fuente: Recopilado por el autor de la Web of Science de Thomson Reuters, Sciece Citation Index Extended.

## CONCLUSIÓN

### Escapar de la trampa de Sísifo

De acuerdo con la mitología de la antigua Grecia, Sísifo era el más hábil de los hombres, pero su farsura crónica enfureció a los dioses, que terminaron castigándolo obligándolo a empujar una piedra cuesta arriba por una montaña, solo para verla rodar cuesta abajo una y otra vez, por la eternidad. Francisco Sagasti (2004) utilizó de manera sagaz la metáfora de Sísifo para describir las dificultades recurrentes que enfrentan los países en desarrollo en la generación de actividades investigación e innovación endógenas.

La historia de las políticas de CTI en América Latina puede compararse a la trampa de Sísifo. Las crisis económicas y políticas recurrentes desde la década de 1960 han ejercido un impacto directo en el diseño y el desempeño de las políticas de CTI tanto para el lado de la oferta, como para el de la demanda. La falta de continuidad de las políticas públicas a largo plazo y la deficiente gobernanza pública en la mayoría de los países son en gran parte culpables de la ausencia de políticas apropiadas de CTI durante las últimas décadas. ¿Con qué frecuencia un nuevo partido o grupo que llega al poder en un país latinoamericano se dispone inmediatamente a establecer un nuevo conjunto de reglas y políticas? Al igual que Sísifo, el sistema nacional de innovación asiste al descenso montaña abajo de su política original, mientras el país adopta una nueva dirección. "En CTI el desafío de Sísifo no tiene fin. Si fuera posible mantener la roca en la cima —en vez de que rueda hacia abajo— aparecerán otras montañas y Sísifo tendrá que empujar la roca nuevamente, y así indefinidamente. Construir capacidades para generar conocimiento, desarrollar tecnologías e innovar es una tarea permanente..." (Sagasti, 2004).

Desde los ajustes estructurales de la década de 1990, ha surgido una nueva generación de instrumentos de política de CTI que ha transformado drásticamente el ecosistema institucional, el marco jurídico y los incentivos a la investigación y la innovación. En algunos países, esta evolución ha resultado beneficiosa. ¿Por qué entonces no se ha estrechado la brecha entre América Latina y el mundo desarrollado? Esto es así porque la región no ha conseguido superar los siguientes desafíos.

En primer lugar, las economías latinoamericanas no se centran en un sistema productivo que demande innovación basada en la ciencia. Las exportaciones de bienes manufacturados representan menos del 30% del total de exportaciones de la mayoría de las economías latinoamericanas. Con la notable excepción de Costa Rica y, en menor medida, de México, los productos de alta tecnología constituyen menos del 10% de las exportaciones de manufacturas. Con la excepción del Brasil, el GBID se mantiene muy por debajo del 1%, y, en el

mejor de los casos, la aportación de las empresas se sitúa en un tercio de este valor. Estos ratios han permanecido constantes durante décadas, aun cuando muchos otros países en desarrollo han avanzado. Como media, la intensidad de I+D en el sector empresarial privado (expresada como porcentaje de las ventas) es inferior al 0,4%, muy por debajo de los promedios de Europa (1,61%) o la OCDE (1,89%) [BID, 2014]. En un reciente estudio argentino se puso de relieve que el gasto en I+D como porcentaje de las ventas entre 2010-2012 ascendió únicamente al 0,16% en el caso de las pequeñas empresas, al 0,15% en el de las medianas, y al 0,28% en el de las grandes (MINCYT, 2015). El acervo de capital de innovación es mucho menor en América Latina (13% del PIB) que en los países de la OCDE (30% del PIB). Por otra parte, en América Latina, dicho acervo está compuesto fundamentalmente por la educación terciaria, en comparación con el gasto en I+D que compone el acervo de los países de la OCDE (CEPAL, 2015c).

En segundo lugar, la escasa inversión en I+D refleja en parte el número insuficiente de investigadores. Aunque la situación ha mejorado en la Argentina, el Brasil, Chile, Costa Rica y México, las cifras siguen siendo bajas en términos relativos. La escasez de personal cualificado limita la innovación, especialmente la que se lleva a cabo en las PYME. En torno al 36% de las empresas que desarrollan su actividad en la economía formal tienen dificultades para encontrar una mano de obra adecuadamente formada, en comparación con el promedio mundial nacional del 21% y del 15% de la media de la OCDE. Las empresas latinoamericanas tienen tres veces más probabilidades de tener que afrontar problemas operativos graves debido a la escasez de capital humano que las empresas del sur de Asia, y 13 veces más que las empresas de la región de Asia y el Pacífico (CEPAL, 2015b).

En tercer lugar, el sistema educativo no se ha orientado para abordar la escasez de personal especializado en CyT. Aunque el número de instituciones y titulados de enseñanza terciaria ha aumentado, las cifras siguen siendo bajas en términos relativos, y no se centran de manera suficiente en la ciencia y la ingeniería. Las proporciones de licenciados y doctorados en los seis principales campos de conocimiento (gráfico 7.4) ponen de relieve una importante debilidad estructural. Más del 60% de los licenciados y el 45% de los doctorados obtuvieron sus correspondientes títulos en el ámbito de las ciencias sociales y las humanidades. Además, solo una pequeña proporción de los investigadores científicos trabajan en el sector empresarial en América Latina (24%), frente a la media de la OCDE del 59%. En la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia y México se adolece de una falta de graduados en ingeniería en el sector privado.

Por último, pero no por ello menos importante, el comportamiento en materia de patentes confirma que las economías latinoamericanas no buscan una competitividad basada en la tecnología. El mayor número de patentes

otorgadas por millón de habitantes entre 2009 y 2013 se registró en Panamá, Chile, Cuba y la Argentina, pero, en general, las cifras son muy bajas en toda la región. Las solicitudes de patentes presentadas por latinoamericanos durante el mismo período en los principales campos tecnológicos<sup>16</sup> representaron únicamente el 1% de las presentadas en las economías de renta alta en esos mismos campos.

En la última década, la Argentina, Chile, México y el Uruguay han seguido el ejemplo del Brasil al pasar de los mecanismos de financiación horizontal, a los de financiación vertical como son los fondos sectoriales. De este modo, han otorgado un impulso estratégico a los sectores económicos que requieren de innovación para aumentar la productividad, como la agricultura, la energía y las TIC. Paralelamente, ejecutan políticas específicas y adoptan mecanismos de incentivación con el fin de fomentar determinadas tecnologías estratégicas como las biotecnologías, las nanotecnologías, las tecnologías espaciales, y los biocombustibles. Esta estrategia comienza a dar sus primeros frutos.

Un segundo grupo de países comenzó a adoptar diversos mecanismos de financiación para promover una mayor investigación e innovación endógenas: Guatemala, Panamá, el Paraguay y el Perú. Otros promueven la competitividad a través de programas específicos, como la República Dominicana y El Salvador.

En resumen, para escapar de la trampa de Sísifo, los países latinoamericanos deben abordar los siguientes retos:

Mejorar la gobernanza: estabilidad política, eficacia gubernamental en la aplicación de políticas públicas y control de la corrupción.

Diseñar políticas públicas a largo plazo que se extiendan más allá de un único mandato de gobierno.

Procurar la implicación de una mayor variedad de partes interesadas en la formulación, la coordinación y la armonización de las políticas de CTI, con el fin de conectar mejor los sectores de la demanda y la oferta de los sistemas nacionales de innovación.

Promover mecanismos de integración regional para compartir los costos de la I+D con el objeto de poder abordar la agenda regional de la ciencia de la sostenibilidad.

Modificar la cultura organizativa, con el fin de racionalizar el ecosistema institucional responsable de la formulación, el seguimiento, la evaluación de las políticas de CTI y del diseño de los instrumentos para tales políticas.

Crear instituciones que promuevan la realización de estudios de previsión y prospectiva para guiar el proceso de toma de decisiones.

Paso a paso, América Latina ha consolidado su sistema de investigación científica, y ha ampliado su participación respecto al total de publicaciones a escala mundial, que pasó del 4,9% al 5,2% entre 2008 y 2014. Se han adoptado diversos instrumentos de política para que la I+D endógena sea capaz de responder a las necesidades del sistema productivo y de la sociedad en general. Estas iniciativas comienzan a dar fruto en algunos países, pero el camino por recorrer sigue siendo largo para América Latina.

#### OBJETIVOS CLAVE PARA LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS

El Plan de Desarrollo Nacional 2013-2018 de México propone elevar el GBID al 1% del PIB, pero no establece un año concreto como objetivo;

El Uruguay se propone generar el 90% de su electricidad a partir de fuentes renovables para 2015.

16. En concreto, máquinas y aparatos electrónicos, energía eléctrica, comunicación digital, tecnología informática, medición y tecnología médica

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

## BIBLIOGRAFÍA

- Bianchi, C. (2014), Empresas de biotecnología en Uruguay: caracterización y perspectivas de crecimiento. *INNOTEC Gestión*, 6: 16-29
- BID (2014), *ALC 2025: América Latina y el Caribe en 2025*. Banco Interamericano de Desarrollo (Inter-American Development Bank): Washington D. C.
- BID (2015), *Gender and Diversity Sector Framework Document*. Banco Interamericano de Desarrollo: Washington D. C.
- BID (2014), *Innovation, Science and Technology Sector Framework Document*. Banco Interamericano de Desarrollo: Washington D. C.
- CEPAL (2014), *Nuevas Instituciones para la Innovación: Prácticas y Experiencias en América Latina*, G. Rivas y S. Rovira (eds.). Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago.
- CEPAL (2015a), *Economic Survey of Latin America and the Caribbean. Challenges in boosting the investment cycle to reinvigorate growth*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago. CEPAL (2015), *La nueva revolución digital: de la internet del consumo a la internet de la producción*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago.
- CEPAL (2015b), *Foreign Direct Investment in Latin America and the Caribbean*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago.
- CEPAL (2015c), *European Union and Latin America and the Caribbean in the New Economic and Social Context*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago.
- Crespi, G. y Dutrénit, G. (eds.) (2014), *Science, Technology and Innovation Policies for Development: the Latin American Experience*. Springer: Nueva York.
- Crespi, G. y Zuñiga, P. (2010), *Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries*. IDB Working Paper Series no. IDB-WP-218.
- Crespi, G.; Tacsir, E. y Vargas, F. (2014), *Innovation Dynamics and Productivity: Evidence for Latin America*. UNU-MERIT Working Papers Series, no. 2014-092. Maastricht Economic and Social Research institute on Innovation and Technology: Maastricht (Países Bajos).
- Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.) (2014), *National Systems, Social Inclusion and Development: the Latin American Experience*. Edward Elgar Pub. Ltd: Cheltenham (Reino Unido).
- Gutman, G. E. y Lavarello, P. (2013), Building capabilities to catch up with the biotechnological paradigm. Evidence from Argentina, Brazil and Chile agro-food systems. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 9 (4): 392-412.
- Hirsch, J. E. (2005), An index to quantify an individual's scientific research output. *PNAS*, 102 (46): 16 569-572.
- Komiyama, H.; Takeuchi, K.; Shiroshama, H. y Mino, T. (2011), *Sustainability Science: a Multidisciplinary Approach*. United Nations University Press: Tokio.
- Lemarchand, G. A. (2015), Scientific productivity and the dynamics of self-organizing networks: Ibero-American and Caribbean Countries (1966–2013). En: M. Heitor, H. Horta y J. Salmi (eds.), *Building Capacity in Latin America: Trends and Challenges in Science and Higher Education*. Springer: Nueva York.
- Lemarchand, G. A. (2012), The long-term dynamics of co-authorship scientific networks: Iberoamerican countries (1973–2010), *Research Policy*, 41: 291-305.
- Lemarchand, G. A. (2010), Science, technology and innovation policies in Latin America and the Caribbean during the past six decades. En: G. A. Lemarchand (ed.) *National Science, Technology and Innovation Systems in Latin America and the Caribbean*. Science Policy Studies and Documents in LAC, vol. 1, pp. 15-139, UNESCO: Montevideo.
- MINCYT (2015), *Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social: Buenos Aires.
- Moran, T. H. (2014), *Foreign Investment and Supply Chains in Emerging Markets: Recurring Problems and Demonstrated Solutions*. Working Paper Series. Peterson Institute for International Economics: Washington D. C.
- Navarro, L. (2014), *Entrepreneurship Policy and Firm Performance: Chile's CORFO Seed Capital Program*. Banco Interamericano de Desarrollo: Washington D. C.
- NSB (2014), *Science and Engineering Indicators 2014*. National Science Board. National Science Foundation: Arlington VA (Estados Unidos de América).
- OCDE (2013a), *OECD Reviews of Innovation Policy: Knowledge-based Start-ups in Mexico*. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París.
- OCDE (2013b), *Territorial Reviews: Antofagasta, Chile: 2013*. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París.
- OMPI (2015), *Patent Cooperation Treaty Yearly Review*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: Ginebra.
- Pérez, R. P.; Gaudin, Y. y Rodríguez, P. (2012), Sistemas Nacionales de Innovación en Centroamérica. *Estudios y Perspectivas*, 140. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: México.

- RICYT (2014), *El Estado de la Ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología 2014*. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana: Buenos Aires.
- Sagasti, F. (2004), *Knowledge and Innovation for Development. The Sisyphus Challenge of the 21st Century*. Edward Elgar: Cheltenham (Reino Unido).
- Sorj, B.; Cantley, M. y Simpson, K. (eds.) (2010), *Biotechnology in Europe and Latin America: Prospects for Co-operation*. Centro Edelstein de Pesquisas Sociais: Río de Janeiro (Brasil).
- Thomas, H.; Fressoli, M. y Becerra, L. (2012), Science and technology policy and social ex/inclusion: Analyzing opportunities and constraints in Brazil and Argentina. *Science and Public Policy*, 39: 579-591.
- Ueki, Y. (2015), Trade costs and exportation: a comparison between enterprises in Southeast Asia and Latin America. *Journal of Business Research*, 68: 888-893.
- UNCTAD (2012), *Examen de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación: República Dominicana*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo: Ginebra.
- UNCTAD (2011), *Examen de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación: El Salvador*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo: Ginebra.
- UNESCO (2010), *National Science, Technology and Innovation Systems in Latin America and the Caribbean*. En: G. A. Lemarchand (ed.) Science Policy Studies and Documents in LAC, vol. 1. UNESCO: Montevideo.

**Guillermo A. Lemarchand** (nacido en 1963: Argentina) es astrofísico y especialista en política científica. En 2000, fue nombrado Académico Plenario de la Academia Internacional de Astronáutica (París). Copresidió el Consejo Asesor de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Parlamento argentino (2002-2005). Desde 2008, ha trabajado como consultor de política científica para la UNESCO, para la que ha diseñado y desarrollado el Observatorio Mundial de Instrumentos de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación (GO→SPIN).

## RECONOCIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Julia Tagueña Parga, Subdirectora de Desarrollo Científico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en México, y a Alberto Majó Pineyrua, Secretario General del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) en el Uruguay, por aportar información para el presente capítulo, y a su asistente Mónica Capdevielle. El autor expresa asimismo su gratitud a Carlos Aguirre-Bastos, Ernesto Fernández Polcuch y Alessandro Bello por su contribución a la elaboración de los recuadros y a dos anónimos evaluadores por sus valiosas sugerencias.

*La industria debe integrar la innovación para seguir siendo competitiva a escala internacional.*

Renato Hyuda de Luna Pedrosa y Hernan Chaimovich



Este laboratorio utiliza la desalinización para transformar el agua del océano en agua potable. Está situado en Bertiooga, en el estado de São Paulo.

Fotografía: © Paulo Whitaker/Reuters

# 8 · Brasil

Renato Hyuda de Luna Pedrosa y Hernan Chaimovich

## INTRODUCCIÓN

### La recesión económica podría poner en peligro los avances recientes

La economía del Brasil ha experimentado una notable desaceleración desde 2011, después de casi una década de crecimiento y una recuperación de corta duración en 2010 tras la crisis financiera mundial de 2008-2009 (gráfico 8.1). Esta desaceleración económica la desencadenó una mayor debilidad de los mercados internacionales de materias primas, de los que el Brasil depende en gran medida, combinada con los efectos perversos de las políticas económicas diseñadas para potenciar el consumo. Estos últimos provocaron en última instancia que el gasto público superara a los ingresos por un amplio margen: en 2014, el Brasil registró un déficit primario de más del 0,5% del PIB por primera vez en 16 años que ha contribuido a elevar las tasas de inflación anual a una proporción por encima del 6% desde 2013. La economía del Brasil se estancó en 2014 (0,1% de crecimiento del PIB), y las perspectivas son aún peores para 2015; así, el Ministerio de Hacienda previó en abril de este año que la economía se contraería en un 0,9%.

Desde su reelección en noviembre de 2014, la Presidenta Dilma Rousseff ha revisado las políticas macroeconómicas nacionales. El nuevo Ministro de Hacienda, Joaquim Levy, ha adoptado o propuesto una serie de medidas dirigidas a reducir el gasto y a aumentar los ingresos fiscales, con el

objetivo de obtener un superávit primario del 1,2% en 2015<sup>1</sup>. Las tasas de interés se han elevado en dos ocasiones desde las elecciones de noviembre (hasta el 12,75%) para tratar de frenar la inflación, que alcanzó el 8,1% en el período de 12 meses que terminó en marzo de 2015. Para empeorar las cosas, Petrobras, la gigantesca compañía petrolera controlada por el Estado, lucha actualmente contra una crisis vinculada a una gestión deficiente y un escándalo de corrupción relacionado con sobornos. Este último ha adoptado un giro en el terreno político, con la implicación de varias figuras destacadas en ese ámbito. A finales de abril de 2015, Petrobras publicó finalmente su informe anual para 2014, en el que reconoció pérdidas de más de 50 000 millones de reales (en torno a 15 700 millones de dólares estadounidenses), de los que 6 000 millones estaban relacionados con el escándalo de corrupción.

En este contexto económico y político, el Brasil se afana por mantener el impulso de las reformas de su sistema nacional de innovación, incluidas las que atañen a las políticas sociales.

### La inclusión social avanza más lentamente

La recesión de la economía comienza socavar la inclusión social, que había constituido una de las historias de éxito del

1. Dadas las dificultades para obtener el apoyo del Congreso a las políticas fiscales propuestas por el Ministro Levy, el objetivo del superávit primario se redujo al 0,15% del PIB en julio de 2015. Las previsiones recientes sitúan la contracción del PIB en un 1,5% o más para 2015.

Gráfico 8.1: PIB por habitante y tasa de crecimiento del PIB del Brasil, 2003-2013



Fuente: Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial, mayo de 2015.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Brasil, especialmente durante el auge de las materias primas hasta 2010, cuando el país logró eliminar en lo esencial el hambre y la pobreza extrema y, de este modo, reducir la brecha de los ingresos. Entre 2005 y 2013, las tasas de desempleo descendieron del 9,3% al 5,9% de la población.

Datos más recientes indican que este ciclo de crecimiento puede encontrarse ya en su etapa final. Según el Panorama Social de América Latina publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL, 2014a), el Brasil redujo las tasas de pobreza en un tercio entre 2003 y 2008, pero el avance se ralentizó de 2008 a 2012, y se estancó en 2013. Los datos preliminares sugieren incluso que la pobreza extrema puede haber recuperado algún terreno, ya que afectó al 5,9% de la población en 2013, frente al 5,4% del ejercicio anterior. A pesar de haber logrado reducir las tasas de pobreza con mayor rapidez que el resto de América Latina, el Brasil sigue a la zaga de los líderes de la región en lo que respecta a este indicador, a saber, el Uruguay, la Argentina y Chile (CEPAL, 2014a).

### Estancamiento de la productividad laboral en el Brasil

Otro estudio reciente (CEPAL, 2014b) indica que el mayor gasto social realizado por los gobiernos en América Latina no ha logrado traducirse en una subida de la productividad laboral, contrariamente a lo observado en los países de renta alta. La notable excepción la constituye Chile, cuya productividad laboral casi se duplicó entre 1980 y 2010.

Si comparamos al Brasil con otras economías emergentes, la experiencia brasileña es similar a la de la Federación

de Rusia y Sudáfrica, donde la productividad del trabajo se ha estancado desde 1980. China y la India, por otra parte, han mejorado notablemente en este terreno durante la última década, en particular, aunque partían de unos valores bajos (Heston *et al.*, 2012).

Ni siquiera el auge de las materias primas entre 2004 y 2010 consiguió marcar diferencias. Parte de la explicación del mal desempeño del Brasil incluso durante este ciclo de crecimiento radica en el hecho de que la mayor parte del crecimiento económico a lo largo de estos años provino del sector de los servicios: como este requiere de menos destrezas, la productividad media de los empleados cayó en la práctica.

El Gobierno ha emprendido diversas políticas con las que se procura, indirectamente, elevar la productividad laboral. El Plan nacional de educación de 2011-2020 formula incentivos para el desarrollo de la formación básica y profesional: los nuevos programas establecidos en 2011 financian la formación profesional de trabajadores de baja cualificación, y ofrecen becas para la enseñanza terciaria. Las reformas duales de los sistemas de pensiones públicas y de seguros de desempleo en 2012, junto con una reducción de la carga fiscal sobre el trabajo, se han diseñado para animar a la población a trabajar en el sector económico formal, que propicia más la innovación que el sector informal (OCDE, 2014). Sin embargo, parece haber pocas políticas públicas significativas, si acaso existe alguna, diseñadas específicamente para ayudar a las empresas brasileñas a ponerse a la altura de sus competidores en la vanguardia de la tecnología. Puesto que los niveles de productividad son indicativos de la tasa de absorción y generación de innovaciones, los bajos

### Recuadro 8.1: El Instituto de Matemática Pura y Aplicada del Brasil

El Instituto de Matemática Pura y Aplicada (IMPA) en Río de Janeiro se creó en 1952 como parte del Consejo Nacional de Investigación del Brasil (CNPq). Desde un principio, la misión de IMPA consistió en llevar a cabo estudios matemáticos de alto nivel, formar a jóvenes investigadores, y difundir el conocimiento matemático en la sociedad brasileña.

Desde 1962, el programa de titulaciones del IMPA ha concedido más de 400 doctorados, y el doble de licenciaturas. En torno a la mitad de su alumnado procede del extranjero, fundamentalmente de otros países

latinoamericanos. Entre los 50 miembros del claustro de profesores también figuran ciudadanos de 14 países.

En 2000, el IMPA obtuvo el estatuto de organización social, con el fin de posibilitar una gestión más ágil y flexible de los recursos, y de otorgar mayor autonomía en la contratación de investigadores y en el desarrollo de la carrera profesional.

Desde entonces, el IMPA ha participado en la organización de la Olimpiada Matemática del Brasil para escuelas públicas, y en la formación de profesores de enseñanza secundaria.

En 2014, el Instituto se unió al grupo exclusivo de instituciones con un ganador de la medalla Fields en su plantilla, en concreto, Ártur Avila, que obtuvo su doctorado en el IMPA en 2001 y ha sido miembro permanente del claustro de profesores desde 2009. Avila es el único galardonado con dicha distinción hasta la fecha cuya formación se ha impartido enteramente en un país en desarrollo.

El IMPA y la Sociedad Matemática del Brasil organizarán el Congreso Internacional de Matemáticos en 2018.

Fuente: [www.icm2018.org](http://www.icm2018.org).

### Recuadro 8.2: El Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales del Brasil

El Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales (CNPEM) es la organización social más antigua del Brasil. Dirige laboratorios nacionales en las áreas de las ciencias biológicas, la nanotecnología y el bioetanol.

Gestiona asimismo la única fuente de radiación sincrotrón de América Latina, que lleva funcionando desde finales del decenio de 1990. La fuente y la línea de luz se diseñaron e instalaron utilizando la tecnología desarrollada en el propio centro.

El CNPEM participa actualmente en el desarrollo y la construcción de un nuevo sincrotrón competitivo a escala

internacional, denominado Sirius. Dispondrá de un máximo de 40 líneas de luz, y será uno de los primeros sincrotrones de cuarta generación del mundo. Este proyecto de 585 millones de dólares estadounidenses constituirá la mayor infraestructura jamás construida para la ciencia y la tecnología en el Brasil. Se utilizará en proyectos de I+D de América Latina derivados de las actividades del ámbito académico, institutos de investigación y empresas privadas y públicas.

Las aplicaciones industriales típicas de este equipo comprenderán el desarrollo de vías para descomponer los asfaltenos y permitir

el bombeo de aceite de alta viscosidad; explicar el proceso elemental de catálisis en la producción de hidrógeno a partir de etanol; entender la interacción entre plantas y patógenos para controlar las enfermedades de los cítricos; y analizar el proceso molecular que cataliza la hidrólisis de celulosa en la producción de etanol de segunda generación.

Esta iniciativa la ha hecho posible la estructura del CNPEM como organización social, una condición que le confiere autonomía en la gestión de proyectos.

Fuente: Autores.

niveles de productividad del Brasil sugieren que este país no ha logrado aprovechar la innovación para potenciar el crecimiento económico<sup>2</sup>.

## TENDENCIAS EN LA GOBERNANZA DE LA CTI

### Organizaciones sociales más flexibles que reducen la burocracia

Las universidades y los institutos de investigación pública del Brasil se atienen a reglas rígidas que tienden a convertirlos en entidades muy difíciles de gestionar. Los estados pueden optar por desarrollar sus propios sistemas de institutos de investigación y universidades, pero, dado que todas las leyes y reglamentos se adoptan a escala federal, todas las instituciones deben seguir las mismas normas y disposiciones. Así, todos se acaban enfrentando a los mismos obstáculos, entre los que figuran unas amplias estructuras burocráticas; la obligación de contratar personal, académico o de otro tipo, entre los funcionarios públicos; los sistemas análogos de escalas profesionales y salarios; un flujo irregular de fondos; unos procedimientos de contratación excesivamente complejos; y unos sindicatos poderosos de la función pública.

En 1998 se desarrolló una alternativa estructural, con la creación de organizaciones sociales. Estas entidades privadas y sin ánimo de lucro gestionan las instalaciones públicas dedicadas a la investigación, sujetas a contratos con agencias

federales. Cuentan con autonomía para reclutar (o despedir) a personal, contratar servicios, adquirir equipos, elegir los temas y objetivos de los estudios científicos o tecnológicos, y suscribir contratos de I+D con empresas privadas. La flexibilidad otorgada a estas organizaciones sociales y su estilo de gestión las han convertido en una historia de éxito en la ciencia brasileña. Actualmente, existen seis organizaciones de este tipo:

El Instituto de Matemática Pura y Aplicada (IMPA, recuadro 8.1);

El Instituto para el Desarrollo Sostenible de la Selva Amazónica (IDSM);

El Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales (CNPEM, recuadro 8.2);

El Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE);

La Red Nacional de Enseñanza e Investigación (RNP); y

La incorporación más reciente, la Empresa Brasileña de Investigación e Innovación Industrial (Embrapii), creada por el gobierno federal a finales de 2013, con el fin de estimular la innovación mediante un sistema de convocatoria de propuestas. Únicamente las instituciones y empresas consideradas elegibles pueden responder a estas convocatorias, agilizando así el proceso en su conjunto y ofreciendo a los solicitantes una mayor oportunidad de éxito. Embrapii deberá someterse a evaluación a finales de 2015.

2. La relación entre innovación y desarrollo económico, incluida la productividad, se ha situado en el centro de la teoría económica y los estudios empíricos modernos sobre desarrollo. Es posible consultar un acertado análisis a este respecto en Aghion y Howitt (1998).

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

En las postrimerías de la década de 1990, a medida que se afianzaban las reformas económicas, se adoptaron diversas leyes encaminadas a fomentar la I+D privada. Podría decirse que el hito más importante lo constituyó la Ley nacional de innovación. Poco después de su aprobación en 2006, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación publicó un Plan de acción para la ciencia, la tecnología y la innovación (MoSTI, 2007), en el que se establecen cuatro objetivos fundamentales para su consecución en 2010 a más tardar, como se describe en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* de 2010:

Elevar el gasto interno bruto en I+D (GBID) del 1,02% al 1,50% del PIB;

Aumentar el gasto de las empresas en I+D del 0,51% al 0,65% del PIB;

Ampliar el número de becas (de todos los niveles) concedidas por las dos agencias federales, el Consejo Nacional de Investigación (CNPq) y la Fundación para la Coordinación de la Capacitación del Personal de Educación Superior (Capes), de 100 000 a 150 000; y

Promover la CyT para el desarrollo social mediante el establecimiento de 400 centros de formación profesional y 600 nuevos centros de aprendizaje a distancia, ampliando la Olimpiada Matemática a 21 millones de participantes y otorgando 10 000 becas en la enseñanza secundaria.

En 2012, el GBID se situó en el 1,15% del PIB, y el gasto de las empresas en I+D, en el 0,52% del PIB. Por tanto, no se ha alcanzado ninguno de estos objetivos. En lo que atañe a las becas de estudios superiores, CNPq y Capes alcanzaron fácilmente el objetivo respecto a los doctorados (31 000 en 2010 y 42 000 en 2013), pero no lo lograron en el caso de las becas de estudios superiores en su conjunto (141 000 para 2010). El objetivo del *Plan nacional de educación superior 2005-2010* consistía en la concesión de 16 000 doctorados para el final del período considerado. Dado que el número real de doctorados otorgados se situó en 11 300 en 2010, y en menos de 14 000 en 2013, tampoco se alcanzó este objetivo, a pesar de que en 2013 se concedieron casi 42 000 becas federales de doctorado.

Por otro lado, los objetivos relacionados con el fomento de una cultura científica popular se han alcanzado en parte. Por ejemplo, en 2010, más de 19 millones de estudiantes participaron en la Olimpiada Matemática Brasileña para Escuelas Públicas, por encima de los 14 millones de 2006. Sin embargo, desde entonces, la cifra de participantes ha tendido a estancarse. Hasta 2011, parecía que los objetivos respecto al aprendizaje a distancia y la formación profesional podrían alcanzarse, pero se han registrado pocos avances desde entonces.

La Cuarta<sup>3</sup> Conferencia Nacional sobre Ciencia y Tecnología (2010) sentó las bases del *Plan nacional de educación superior 2010-2015*, y estableció las directrices relativas a la orientación de la I+D hacia la reducción de las desigualdades regionales y sociales; al aprovechamiento del capital natural del país de un modo sostenible; a la elevación del valor añadido en la fabricación y las exportaciones a través de la innovación; y a la consolidación del papel internacional del Brasil.

Las propuestas presentadas en esta Cuarta Conferencia se presentaron en un *Libro Azul* que sirvió como base para la elaboración de objetivos en el marco de un plan cuatrienal denominado *Brasil Maior* (Un Brasil más grande). La puesta en marcha de este Plan coincidió con el inicio del Gobierno de Rouseff en enero de 2011. Entre los objetivos de *Brasil Maior* hasta 2014 figuran:

Aumentar el nivel de inversión en capital fijo del 19,5% en 2010 al 22,4% del PIB;

Elevar el gasto de las empresas en I+D del 0,57% en 2010 al 0,90% del PIB;

Ampliar la proporción de la población activa que ha completado estudios de enseñanza secundaria del 54% al 65%;

Incrementar la proporción de empresas con un uso intensivo de conocimientos del 30,1% al 31,5% del total;

Aumentar el número de pequeñas y medianas empresas (PYME) innovadoras de 37 000 a 58 000;

Diversificar las exportaciones y aumentar la participación del país en el comercio mundial del 1,36% al 1,60%; y

Ampliar el acceso a Internet de banda ancha fija de 14 millones a 40 millones de hogares.

El único avance tangible hasta la fecha se refiere al último objetivo. En diciembre de 2014, casi 24 millones de hogares (36,5%) disponían de acceso a Internet de banda ancha fija. La inversión en capital fijo se ha reducido en realidad hasta el 17,2% del PIB (2014); el gasto de las empresas ha retrocedido hasta el 0,52% del PIB (2012); y la participación brasileña en las exportaciones mundiales ha descendido al 1,2% (2014); paralelamente, el Brasil ha bajado tres puestos en la clasificación mundial por volumen total de exportaciones, hasta el lugar 25º. El número de adultos jóvenes que completan sus estudios de enseñanza secundaria no ha aumentado, ni su participación en el mercado laboral. Examinaremos los motivos de estas tendencias en las páginas siguientes.

3. La primera se celebró en 1985, tras el retorno al gobierno civil, con el fin de establecer el mandato del nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología. La segunda conferencia tuvo lugar en 2001. La tercera, en 2005, sentó las bases del *Plan de Acción para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* (2007).

## Recuadro 8.3: Ciencia sin Fronteras

“Ciencia sin Fronteras” es una iniciativa conjunta del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y del Ministerio de Educación, a través de sus respectivas agencias de financiación, el CNPq y Capes.

El programa se anunció a principios de 2011, y comenzó a enviar a sus primeros alumnos al extranjero ese mismo año.

A finales de 2014 había enviado más de 70.000 estudiantes al exterior, principalmente a Europa, los Estados Unidos de América y el Canadá. Más del 80% de estos alumnos son universitarios que permanecen en universidades extranjeras períodos de hasta un año.

Los estudiantes matriculados en programas de doctorado en el Brasil también tienen derecho a pasar hasta un año ampliando sus actividades de investigación en una institución en el extranjero.

Otros grupos destinatarios son los alumnos matriculados en programas completos de doctorado en el extranjero y de postdoctorado, así como un reducido número de profesores universitarios invitados y miembros jóvenes del claustro. Los investigadores empleados por empresas privadas también pueden formular su solicitud para recibir formación especializada en el extranjero.

El programa pretende asimismo atraer a jóvenes investigadores del extranjero que deseen establecerse en el Brasil o crear asociaciones con investigadores brasileños en las áreas prioritarias del programa, a saber:

- Ingeniería;
- Ciencias puras y naturales;
- Ciencias de la salud y biomédicas;
- TIC;
- Ingeniería aeroespacial;
- Productos farmacéuticos;

- Producción agraria sostenible;
- Petróleo, gas y carbón;
- Energías renovables;
- Biotecnología;
- Nanotecnología y nuevos materiales;
- Tecnología para la prevención y la atenuación de catástrofes naturales;
- Biodiversidad y bioprospección;
- Ciencias marinas;
- Minerales;
- Nuevas tecnologías para la ingeniería de construcción; y
- Formación de personal técnico.

El impacto de esta experiencia en los sistemas brasileños de investigación y enseñanza superior no se ha evaluado aún. En septiembre de 2015, se decidió no extender el programa Ciencia sin Fronteras más allá de 2015.

Fuente: Autores.

Otro programa que no tiene nada que ver con *Brasil Maior* ha atraído la mayor atención de las autoridades, y ha recibido una generosa porción de los fondos federales para I+D. Ciencia sin Fronteras se puso en marcha en 2011 con el objetivo de enviar a 100 000 estudiantes universitarios al extranjero a finales de 2015 (recuadro 8.3).

## TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR

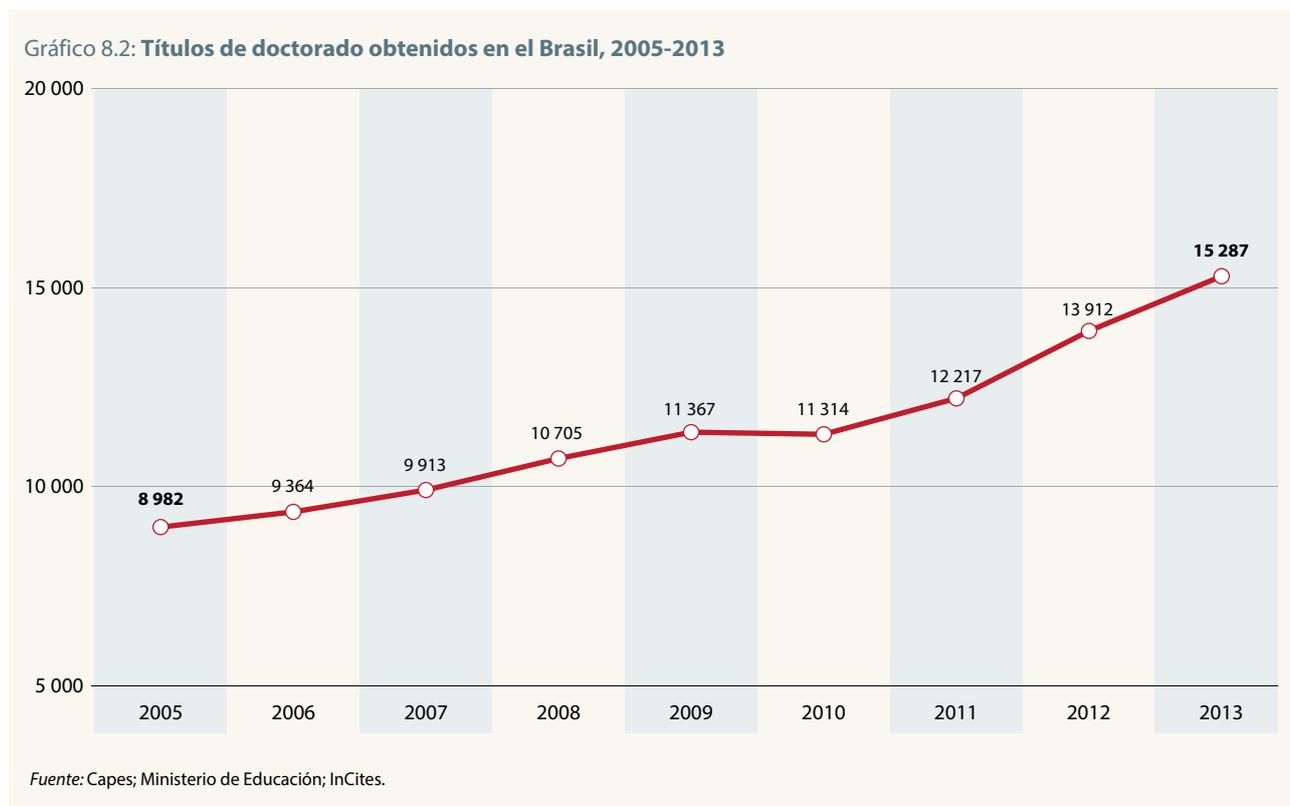
### Ralentización de la matriculación privada después de años de rápido crecimiento

La enseñanza superior ha registrado tasas de crecimiento muy elevadas desde la puesta en marcha del programa de estabilización económica en la segunda mitad del decenio de 1990. Tal crecimiento ha resultado muy evidente en el ámbito de las matriculaciones universitarias, con una notable ampliación del alumnado en 1,5 millones de estudiantes desde 2008. En torno a las tres cuartas partes de los alumnos de estudios de pregrado (7,3 millones en 2013) se encuentran

matriculados en instituciones privadas. Estas últimas suelen ser entidades docentes, con algunas excepciones, como la red de universidades católicas y un puñado de instituciones sin ánimo de lucro que imparten formación en economía y administración, como la Fundación Getulio Vargas. En torno a la mitad del crecimiento de la enseñanza terciaria privada puede atribuirse a programas de aprendizaje a distancia, una nueva tendencia en la educación superior en el Brasil.

Las subvenciones federales financiaron unos dos millones de préstamos de estudios en 2014. A pesar de estas ayudas, el crecimiento de la matriculación en instituciones privadas de enseñanza superior parece ir reduciéndose, quizá como consecuencia de la desaceleración económica y de una menor disposición a contraer deudas. Únicamente se habían renovado 1,2 millones de préstamos hasta marzo de 2015, un mes después del inicio del nuevo curso académico. A pesar de que los estudiantes obtuvieron 730 000 nuevos préstamos en 2014, el Ministerio de Educación prevé que esta cifra se reducirá a 250 000 en 2015.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA



En el sector público, el Programa de Reestructuración y Expansión de las Universidades Federales (Reuni)<sup>4</sup> dio lugar a que el número de universidades públicas e institutos politécnicos creciera en torno al 25%, y a que la cifra de alumnos se elevara en un 80% (de 640 000 a 1 140 000) entre 2007 y 2013. La enseñanza de posgrado también prosperó en las universidades públicas, donde el número de doctorados otorgados entre 2008 y 2012 se elevó en un 30% (gráfico 8.2).

### La calidad de la enseñanza importa más que la duración

Elevar la productividad laboral exige un aumento de la inversión de capital y/o la adopción de nuevas tecnologías. La creación, el desarrollo y la incorporación de tales tecnologías requieren de una población activa cualificada, incluida la formación en ciencias de aquéllos que intervienen más intensamente en el proceso de innovación. Incluso en el caso del sector servicios, que genera actualmente en torno al 70% del PIB del Brasil, una población activa mejor formada propiciará la consecución de mejoras de la productividad significativas.

Por tanto, reviste una importancia estratégica para el país que se eleve el nivel educativo del adulto medio. La calidad de la educación parece ser muy baja, a juzgar por los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés). En los

exámenes PISA de 2012, los alumnos brasileños de 15 años de edad obtuvieron como promedio, aproximadamente, una desviación estándar (100 puntos) por debajo de la media de la OCDE en matemáticas, a pesar de que los jóvenes del Brasil habían registrado los mayores avances en matemáticas de cualquier país entre 2003 y 2012<sup>5</sup>. Los adolescentes brasileños también obtuvieron puntuaciones relativamente pobres en lectura y ciencia.

Un estudio reciente en el que se utilizaron evaluaciones internacionales de resultados del aprendizaje, y datos económicos correspondientes a una gran muestra de países a lo largo de cuatro décadas (1960-2000) ha establecido que no es el número de años de educación formal lo que importa para el crecimiento económico, sino lo bien que esa formación haya dado lugar al desarrollo de las capacidades requeridas (Hanusheck y Woessmann, 2012). Utilizando las puntuaciones de PISA como valor aproximado para determinar las destrezas de la población joven adulta, los autores concluyen que, por cada 100 puntos, la tasa promedio anual de crecimiento económico por habitante aumenta en torno a 2 puntos porcentuales.

El Brasil acaba de promulgar una nueva Ley nacional de educación que establece diversos objetivos para 2024. Una de ellos consiste en alcanzar un resultado de 473 puntos en

4. Véase: <http://reuni.mec.gov.br/>.

5. Véase: [www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf](http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf).

PISA para 2024. Si el pasado reciente puede servir de guía, es posible que dicho objetivo siga siendo difícil de alcanzar: entre 2000 y 2012, el resultado de los participantes brasileños aumentó en torno a dos puntos al año, como promedio, en matemáticas, ciencia y lectura; a este ritmo, el Brasil no alcanzará los 473 puntos hasta 2050.

La calidad no es el único aspecto de la educación básica que debe atraer la atención de los responsables de la formulación de políticas: el número de titulados de enseñanza secundaria se ha estancado desde principios de la década de 2000 en unos 1,8 millones al año, a pesar de los esfuerzos para ampliar el acceso. Esto significa que sólo la mitad de la población objetivo se gradúa en la escuela secundaria, lo que representa una tendencia que limita la expansión ulterior de la enseñanza superior. Muchos de los 2,7 millones de estudiantes admitidos a la universidad en 2013 eran adultos que retomaron sus estudios para obtener un título, y que representan una fuente de demanda que probablemente no dará mucho más de sí. Incluso la proporción relativamente pequeña de la población capaz de obtener un título universitario (actualmente, en torno al 15% de la población adulta joven) no adquiere competencias de alto nivel ni conocimientos relacionados con los contenidos, como demuestran los resultados del Sistema Nacional de Evaluación de la Enseñanza Superior (Pedrosa *et al.*, 2013).

Una iniciativa federal para fomentar el trabajo cualificado es la de Pronatec, un programa emprendido en 2011 para la educación técnica y profesional de nivel secundario. Según los datos de la Administración, más de 8 millones de personas se han beneficiado ya del programa. Este impresionante panorama lo empañan en cierta medida las afirmaciones cada vez más extendidas de ciertos observadores independientes respecto a que la mayoría de los adolescentes formados en el marco del programa no han adquirido muchas destrezas nuevas, y a que gran parte del dinero podría haberse dedicado a otros fines. Una de las principales críticas ha sido que la mayor parte del dinero se destinó a escuelas privadas que contaban con muy poca experiencia en el terreno de la formación profesional.

## TENDENCIAS EN I+D

### Los objetivos de gasto en I+D siguen siendo esquivos

El auge económico del Brasil entre 2004 y 2012 se tradujo en un mayor gasto público y de las empresas en I+D. El gasto interno bruto en I+D (GBID) casi se duplicó, hasta alcanzar los 35 500 millones de dólares en PPA (en dólares de 2011, gráfico 8.3). La mayor parte de este crecimiento se produjo entre 2004 y 2010, cuando el GBID ascendió del 0,97% al 1,16% del PIB. Desde 2010, el sector público ha venido impulsando en solitario la intensidad de la I+D, ya que la

contribución no gubernamental ha disminuido en la práctica del 0,57% al 0,52% del PIB (2012). Las cifras preliminares de 2013 indican un ligero crecimiento del gasto público y una contribución constante del sector empresarial (en relación con el PIB). Es probable que el gasto en I+D de las empresas se contraiga de 2015 en adelante, hasta que la economía muestre signos de recuperación. Incluso los analistas más optimistas no prevén que esto suceda antes de 2016. Se espera que la inversión en capital fijo en el Brasil siga disminuyendo en 2015, especialmente en el sector manufacturero. Esta tendencia afectará sin duda al gasto en I+D realizado por las empresas. Se prevé asimismo que la crisis de Petrobras ejerza un impacto notable en la inversión en I+D, ya que esta empresa, por sí sola, concentraba en torno al 10% de la inversión anual en capital fijo del país en los últimos años. Los recortes anunciados recientemente al presupuesto federal y otras medidas de austeridad deben afectar también al gasto público en I+D.

El ratio GBID/PIB del Brasil se mantiene muy por debajo del de las economías avanzadas, y del de economías de mercado emergentes tan dinámicas como China y, en especial, la República de Corea (véanse los capítulos 23 y 25). Al mismo tiempo, es bastante comparable a las economías desarrolladas más estancadas, como Italia o España, y a otros mercados emergentes relevantes como el de la Federación de Rusia (véase el capítulo 13). También se sitúa muy por delante de la mayoría de los demás países de América Latina (gráfico 8.4).

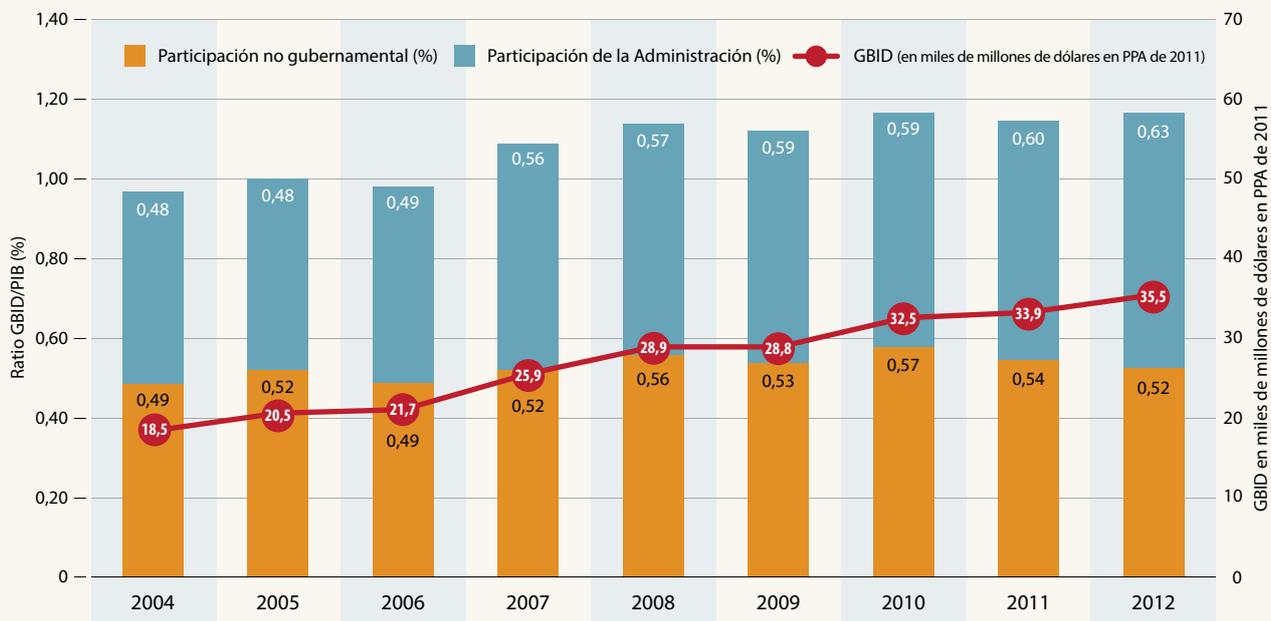
La brecha entre el Brasil y las economías avanzadas es mucho mayor cuando se trata de los recursos humanos en el ámbito de la I+D (gráfico 8.5). También resulta sorprendente el acusado descenso de la proporción de personal investigador empleado por el sector empresarial en los últimos años (gráfico 8.6). Esta tendencia es contraria a la observada en la mayoría de los países desarrollados y en los principales países emergentes; en parte, refleja la expansión de la I+D en la enseñanza superior y, en parte, el débil crecimiento de la I+D del sector empresarial destacado anteriormente.

### Las empresas privadas gastan menos en I+D

Casi todo el gasto no gubernamental en I+D procede de las empresas privadas (el de las universidades privadas representa únicamente una pequeña parte de dicho gasto). Desde 2010, este gasto ha venido disminuyendo como proporción del PIB (gráfico 8.3); se ha reducido del 49% al 45% (2012) del gasto total, e incluso al 42% en 2013, según los datos preliminares de la Administración. Es probable que esta tendencia se mantenga durante algún tiempo. Así pues, el sector empresarial no tendrá oportunidad de dedicar el 0,90% del PIB a la I+D en 2014.

Gráfico 8.3: GBID en el Brasil por sector de financiación, 2004-2012

En miles de millones de dólares en PPA de 2011 y cuota porcentual del PIB

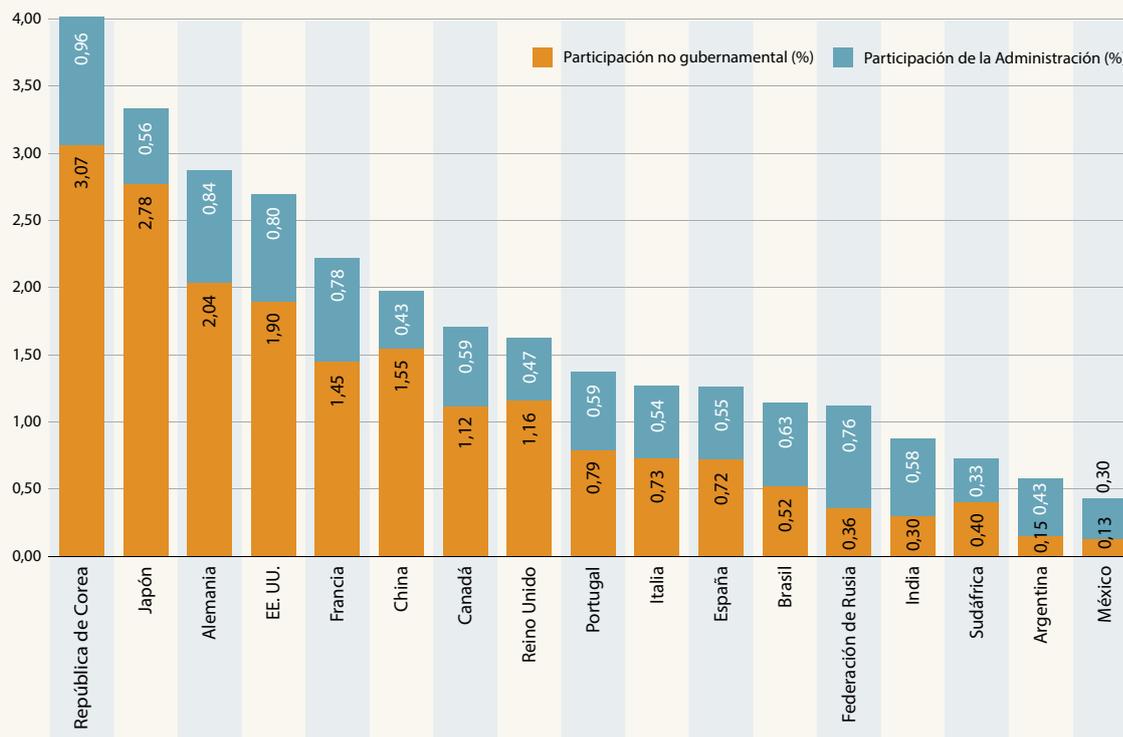


Nota: La gran mayoría de los fondos no gubernamentales proceden de empresas mercantiles. Las universidades privadas generaron únicamente del 0,02% al 0,03% del GBID entre 2004 y 2012. Los gráficos 8.3 y 8.4 se basan en datos actualizados del PIB del Brasil disponibles en septiembre de 2015 y, por tanto, pueden no coincidir con otros indicadores indexados en el PIB y referidos en otros apartados del presente informe.

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación del Brasil.

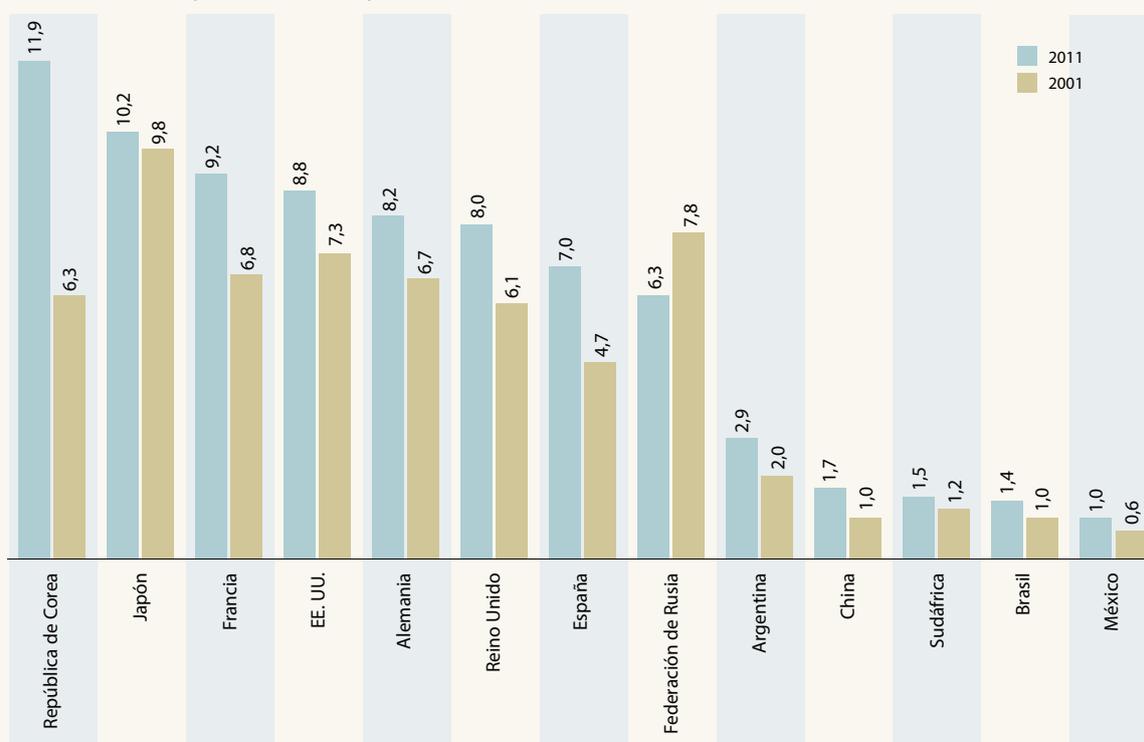
Gráfico 8.4: Contribución del sector empresarial brasileño al GBID como porcentaje del PIB, 2012 (%)

Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos.



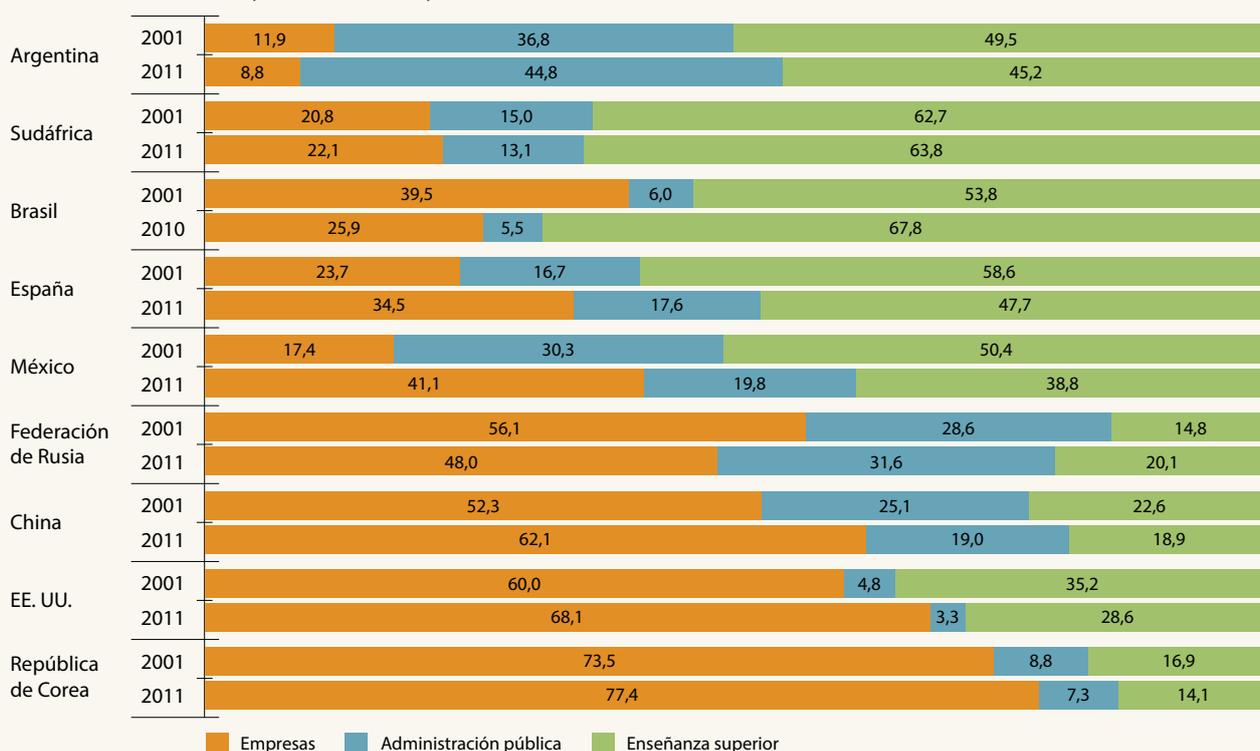
Fuente: Principales indicadores de la ciencia y la tecnología de la OCDE, enero de 2015; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación del Brasil.

**Gráfico 8.5: Proporción de investigadores brasileños a tiempo completo por cada 1 000 trabajadores, 2001 y 2011 (%)**  
 Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos.



Fuente: Indicadores principales de la OCDE sobre ciencia y tecnología, enero de 2015.

**Gráfico 8.6: Investigadores a tiempo completo en el Brasil por sector, 2001 y 2011 (%)**  
 Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos.



Fuente: Indicadores principales de la OCDE sobre ciencia y tecnología, enero de 2015.

Las principales razones de los bajos niveles de I+D del sector privado en el Brasil radican en el bajo nivel de destrezas científicas y técnicas de la población general, y en la falta de incentivos para que las empresas desarrollen nuevos productos, tecnologías y procesos. Como vimos en el apartado anterior, todos los indicadores disponibles muestran que el sistema educativo del Brasil no ha preparado a la población para actuar de manera adecuada en una sociedad tecnológicamente avanzada, ni para contribuir con eficacia al progreso tecnológico.

En cuanto al escaso nivel de innovación del Brasil, este fenómeno obedece a la indiferencia profundamente arraigada de las empresas y la industria respecto al desarrollo de nuevas tecnologías. Hay campos en los que la innovación tecnológica despierta interés, lógicamente: Embraer, el fabricante brasileño de aeronaves, Petrobras, la compañía petrolera estatal, y Vale, gran conglomerado minero, son muy competitivos en sus respectivos campos, con un personal altamente capacitado, y con tecnologías, proceso y productos innovadores y competitivos. Estas empresas innovadoras comparten una característica común: sus productos básicos o son materias primas, o los utiliza el sector de los servicios, como en el caso de las aeronaves comerciales. Otro campo en el que el Brasil ha demostrado ser innovador y competitivo a escala internacional es el de la agricultura, también un sector de productos básicos. Sin embargo, el Brasil no tiene una sola compañía que compita a la vanguardia de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), en la electrónica o la biotecnología. ¿Cuál es el motivo de esta situación? Desde nuestro punto de vista, la política industrial brasileña de largo recorrido que consiste en proteger los mercados internos de bienes producidos localmente (a través de diversas vías) ha desempeñado un papel fundamental en este proceso. Solo ahora comenzamos a darnos cuenta de lo destructiva que puede resultar esta política de sustitución de importaciones para el desarrollo de un entorno innovador. ¿Para qué iba a realizar una empresa local grandes inversiones en I+D, si solo compete con empresas similares no innovadoras que desarrollan su actividad dentro del mismo sistema proteccionista? La consecuencia de esta política ha consistido en una disminución gradual de la participación del Brasil en el comercio mundial en las últimas décadas, especialmente en lo que se refiere a las exportaciones de bienes industriales, una tendencia que se ha acelerado incluso en los últimos años (Pedrosa y Queiroz, 2013)<sup>6</sup>.

Es probable que la situación se deteriore en el corto plazo, ya que los datos más recientes indican que, posiblemente, 2014-2015 acaben siendo los peores años en décadas para la

industria, y en especial para el subsector de transformación de la industria manufacturera.

La desaceleración actual de la economía afecta ya a la capacidad de los fondos sectoriales de la Administración para obtener ingresos, ya que los beneficios han caído en muchos sectores. Dichos fondos, creados a fines de la década de 1990 en el Brasil, han constituido una de las principales fuentes de financiación pública para la I+D. Cada fondo sectorial<sup>7</sup> recibe dinero a través de los impuestos aplicados a determinados sectores industriales o de servicios, como los de las compañías públicas de suministro de energía.

### El “coste del Brasil” retiene a las empresas

El desarrollo industrial moderno en el Brasil se encuentra limitado por la falta de una infraestructura actualizada, especialmente en el ámbito de la logística y la generación de energía eléctrica, así como por una normativa compleja en lo que atañe al registro de empresas, la tributación o la quiebra, lo que da lugar a un elevado coste para desarrollar una actividad empresarial. Este último fenómeno se ha descrito como el “coste del Brasil” (*Custo Brasil*).

El “coste del Brasil” repercute en la capacidad de las empresas del país para competir en el ámbito internacional, y dificulta la innovación. El nivel de exportaciones del Brasil es relativamente bajo. Su proporción respecto al PIB cayó incluso del 14,6% al 10,8% entre 2004 y 2013, a pesar del auge de las materias primas. Esta tendencia no puede explicarse únicamente por un tipo de cambio desfavorable.

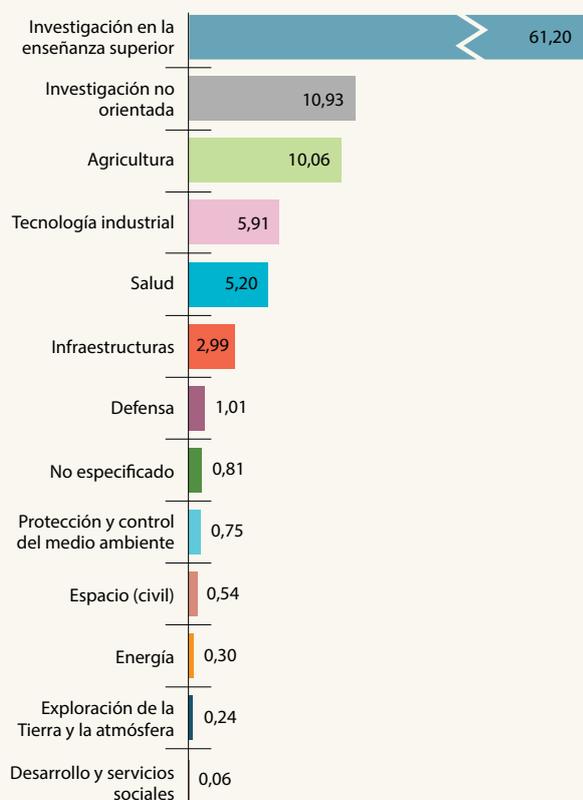
La mayoría de las exportaciones brasileñas consisten en materias primas básicas. Estas alcanzaron un máximo del 50,8% del total de las exportaciones en el primer semestre de 2014, por encima del 29,3% de 2005. La soja y otros cereales representaron el 18,3% del total de las exportaciones, mientras que el mineral de hierro, las carnes y el café suponen otro 32,5%. Sólo un tercio de los productos (34,5%) fueron manufacturas, lo que constituye una brusca caída respecto al 55,1% de 2005. Dentro de las exportaciones de manufacturas, solo el 6,8% podría considerarse de alta tecnología, frente a un 41,0% con un contenido de baja tecnología (por encima del 36,8% de 2012).

Las cifras más recientes describen un panorama sombrío. La producción industrial cayó un 2,8% entre noviembre y diciembre de 2014, y un 3,2% en el conjunto del ejercicio. El descenso anual fue aún más acusado en el caso del capital (-9,6%) y los bienes duraderos (-9,2%), lo que indica una caída de la inversión en capital fijo.

6. Pedrosa y Queiroz (2013) presentan un análisis detallado de las recientes políticas industriales brasileñas y sus consecuencias en diversas áreas, desde el sector del petróleo y de la energía en general, a la industria automotriz y de otros bienes de consumo.

7. Para consultar un análisis detallado de los fondos sectoriales brasileños, véase el Informe de la UNESCO sobre la Ciencia, 2010.

Gráfico 8.7: Gasto público en I+D en el Brasil por objetivo socioeconómico, 2012 (%)



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

### La mayor parte del gasto público en I+D se destina a las universidades

La parte del león del gasto público en I+D se destina a las universidades, como en la mayoría de los países (gráfico 8.7). Este nivel de gasto aumentó ligeramente del 58% al 61% de la financiación pública total de la I+D entre 2008 y 2012.

En el conjunto de los sectores, la agricultura ocupa el siguiente lugar, lo que refleja la relevancia del sector para el Brasil, el país segundo mayor productor de alimentos del mundo por detrás de los Estados Unidos de América. La productividad agraria en el Brasil ha aumentado de manera constante desde la década de 1970, debido al mayor uso de tecnologías y procesos innovadores. La I+D industrial ocupa el tercer lugar, seguida de la sanidad y las infraestructuras, otros sectores que concentran un 1% o menos del gasto público.

Con algunas excepciones, la distribución del gasto público en I+D en 2012 es similar<sup>8</sup> a la de 2000. Tras un notable incremento en el caso de la tecnología industrial, que pasó del 1,4% al 6,8% entre 2000 y 2008, su proporción del gasto

público se redujo al 5,9% en 2012. La proporción del gasto en I+D en el sector espacial (civil) ha seguido una espiral descendente, partiendo de un valor máximo de un 2,3% en 2000. El gasto en investigación para la defensa se recortó del 1,6% al 0,6% entre 2000 y 2008, pero desde entonces se ha recuperado hasta el 1,0%. La investigación en energía también ha descendido del 2,1% (2000) a tan solo el 0,3% (2012). En cualquier caso, en general, la asignación del gasto público en I+D parece ser relativamente estable.

En mayo de 2013, el organismo administrativo brasileño Redetec contrató a la empresa argentina INVAP para construir un reactor nuclear multiuso en el Brasil con fines de investigación y de producción de los radioisótopos empleados en la medicina nuclear, la agricultura y la gestión medioambiental. INVAP ha construido ya un reactor similar para Australia. Está previsto que el reactor multiuso entre en funcionamiento en 2018. Se ubicará en el Centro de Tecnología Marina de São Paulo, y la empresa brasileña Intertechne construirá parte de la infraestructura.

### Las empresas refieren una caída de la actividad innovadora

En la última encuesta sobre innovación realizada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, todas las empresas refirieron una caída de la actividad de innovación desde 2008 (IBGE, 2013). Este estudio abarca a todas las empresas públicas y privadas en los sectores de la extracción y la transformación, así como a las empresas del sector de los servicios relacionadas con la tecnología, como los proveedores de telecomunicaciones y de Internet, o los servicios de suministro de energía eléctrica y gas. Por ejemplo, la proporción de empresas que llevan a cabo actividades innovadoras disminuyó del 38,1% al 35,6% entre 2008 y 2011. La caída resultó evidente en las telecomunicaciones, tanto en lo que respecta a la producción de bienes (-18,2%) como a los servicios (-16,9%). Al parecer, las grandes empresas redujeron sus actividades de innovación en la proporción más amplia entre 2008 y 2011. Por ejemplo, entre las compañías con 500 o más empleados, la proporción de las que emprendieron el desarrollo de nuevos productos descendió del 54,9% al 43,0% durante dicho período. Una comparación de las encuestas sobre innovación del IBGE a lo largo de los períodos de 2004-2008 y 2009-2011 pone de relieve que la crisis de 2008 ha ejercido un impacto negativo en las actividades innovadoras de la mayoría de las empresas brasileñas. Desde 2011, la situación económica en el Brasil se ha deteriorado aún más, sobre todo en el sector industrial. Cabe esperar que la próxima encuesta sobre innovación muestre niveles aún más bajos de actividad innovadora en el Brasil.

8. Véase el Informe de la UNESCO sobre la Ciencia, 2010 para consultar una comparación con los ejercicios de 2000 y 2008, p. 105.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

### Recuadro 8.4: Inversión empresarial en eficiencia energética: una obligación legal en el Brasil

Por ley, las compañías eléctricas brasileras deben invertir una parte de sus ingresos en programas de eficiencia energética, y contribuir al Fondo Nacional de Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (FNDCT). La Ley engloba tanto a las empresas públicas, como las privadas que trabajan en la generación, transmisión y distribución de electricidad. El FNDCT financia la I+D realizada por universidades, institutos de investigación y centros empresariales de I+D.

La primera ley de este tipo se promulgó en 2000, y la más reciente, en 2010.

La Ley exige que las empresas de distribución inviertan el 0,20% de sus ingresos de explotación netos (IEN) en I+D, y el 0,50% en programas de eficiencia energética; otro 0,20% adicional se destina al FNDCT. Por su parte, las empresas de generación y transmisión deben invertir el 0,40% de los IEN en I+D, y aportar otro 0,40% al FNDCT. La inversión en programas de eficiencia energética se considera gasto empresarial en I+D, mientras que los fondos transferidos al FNDCT se consideran financiación pública. La Ley se mantendrá en vigor hasta finales de 2015, cuando se espera que sea renovada o revisada.

Según la Agencia Nacional de Energía Eléctrica, los programas de eficiencia energética apoyados por esta iniciativa ayudaron a ahorrar 3,6 GWh entre 2008 y 2014, una cantidad bastante modesta. En 2014, se dedicaron 342 millones de reales a dichos proyectos, lo que representa una caída de más del 50% antes de la inflación respecto a los 712 millones de reales gastados en 2011.

Fuente: Autores.  
Véase también: [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br).

### Recortes en el gasto en energías renovables

Es posible que las ambiciones del Brasil respecto al biodiésel acapararan titulares a finales del decenio de 2000, cuando los precios mundiales de la energía y los alimentos registraron un gran aumento, pero las industrias relacionadas con la energía siempre han tenido un perfil elevado en el Brasil. Petrobras, el gigante petrolero controlado por el Estado, registra más patentes que cualquier otra empresa en el país. Además, las empresas productoras de electricidad están obligadas por ley a invertir un determinado porcentaje de sus ingresos en I+D (recuadro 8.4).

El hecho de que la energía sea un sector económico clave no impidió que el Gobierno recortara su gasto en investigación energética del 2,1% al 1,1% del total entre 2000 y 2008, y nuevamente al 0,3% en 2012. Las fuentes de energía renovables han sido la víctima principal de estos recortes, ya que la inversión pública se ha volcado cada vez más hacia la prospección de petróleo y gas frente a la costa sudeste del Brasil. Un sector que se ha visto directamente afectado por esta tendencia es el de la industria del etanol, que ha tenido que cerrar plantas y reducir su inversión propia en I+D. Parte de las quejas de la industria de etanol se han derivado de las políticas de precios de Petrobras. Bajo la influencia de la Administración, su principal accionista, Petrobras redujo artificialmente los precios del petróleo entre 2011 y 2014 para controlar la inflación. Esta actuación, a su vez, rebajó los precios del etanol, convirtiendo en ineconómica su producción. Esta política acabó recortando los propios ingresos de Petrobras,

obligándola a reducir su inversión en la prospección de petróleo y gas. Como Petrobras, por sí sola, es responsable de cerca del 10% de toda la inversión de capital fijo en el Brasil, esta tendencia, junto con el escándalo de corrupción que sacude actualmente a la empresa, tendrán ciertamente distintas consecuencias para la inversión global del Brasil en I+D.

El Brasil genera casi tres cuartos (73%) de su electricidad a partir de la energía hidráulica (gráfico 8.8). Esta proporción llegó a alcanzar incluso los cuatro quintos en 2010, pero la cuota de la energía hidráulica se ha visto mermada por la combinación del descenso de las precipitaciones y el envejecimiento de las centrales hidroeléctricas, muchas de las cuales datan de las décadas de 1960 y 1970.

El uso intensivo de centrales termoeléctricas que funcionan con combustibles fósiles ha compensado gran parte de la pérdida, ya que la proporción de nuevas fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en la combinación energética sigue siendo escasa. Es más, aunque el Brasil ha avanzado enormemente en el uso del bioetanol en el transporte, se ha hecho poco hincapié en la investigación y la innovación en la generación de energía, ya sea en lo que se refiere al desarrollo de nuevas fuentes, o a la mejora de la eficiencia energética. A la luz de lo anterior, hay pocas razones para prever que la inversión pública en I+D energéticos recupere los niveles observados a principios del siglo, que reconstruirían la competitividad internacional del Brasil en este campo.

### La transferencia de tecnología al sector privado, clave para la innovación

A pesar del nivel generalmente escaso de innovación por parte de las empresas brasileñas, hay excepciones como las de Embraer. Otro ejemplo es el de Natura, una empresa local dedicada a los cosméticos (recuadro 8.5).

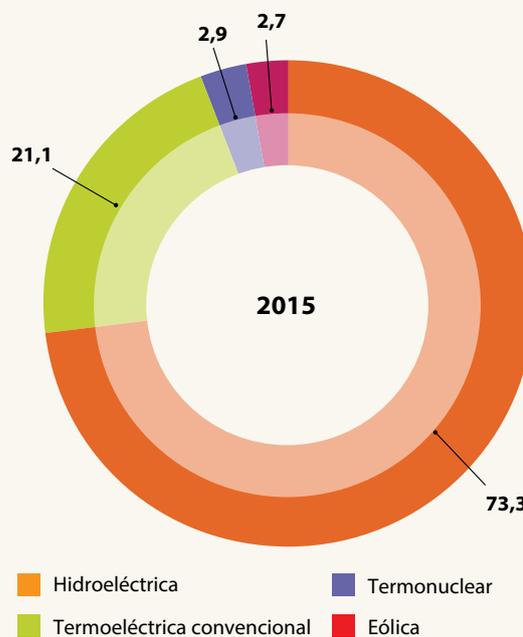
La transferencia de tecnología de las instituciones públicas de investigación al sector privado constituye un elemento importante de la innovación en el Brasil en campos que van de la medicina, hasta la cerámica, y de la agricultura hasta la extracción de petróleo en alta mar. En los últimos años se han creado dos centros esenciales para impulsar el desarrollo de la nanotecnología, a saber, el Laboratorio Nacional de Nanotecnología para la Agricultura (LNNA, establecido en 2008) y el Laboratorio Nacional de Nanotecnología del Brasil (LNNano, constituido en 2011). Esta inversión estratégica, combinada con la financiación federal y estatal de proyectos de investigación específicos en campos relacionados, ha dado lugar a un considerable crecimiento del número de investigadores que trabajan en la ciencia de los materiales, con el corolario de la transferencia de tecnología y la investigación de alto impacto. En un informe publicado por la Sociedad Brasileña de Investigación sobre Materiales (2014)<sup>9</sup> se cita al investigador Rubén Sinisterra de la Universidad Federal de Minas Gerais, activo en el desarrollo de medicamentos para aliviar la hipertensión. Sinisterra confía en que las universidades brasileñas cuenten actualmente con la capacidad que requiere desarrollar materiales a nanoescala para la administración de fármacos, pero también observa que “nuestras empresas farmacéuticas nacionales carecen de capacidades internas para la I+D, por lo que tenemos que colaborar con ellas para impulsar la incorporación de nuevos productos y procesos al mercado”. Según Statnano, que se basa en los datos de Thomson Reuters, el número de artículos sobre nanociencia en el Brasil pasó de 5,5 a 9,2 por millón de habitantes entre 2009 y 2013 (véase el gráfico 15.5). El número medio de citas por artículo descendió, sin embargo, durante el mismo período, de 11,7 a 2,6, según la misma fuente. En 2013, la producción brasileña en nanociencia representó el 1,6% del total mundial, frente al 2,9% en el caso de los artículos científicos en general.

### Las patentes han crecido a un ritmo más lento que las publicaciones

Las publicaciones científicas del Brasil se han duplicado con creces desde 2005, fundamentalmente como resultado del salto experimentado en la cifra de revistas brasileñas objeto de seguimiento por la base de datos de Thomson Reuters entre 2006 y 2008. A pesar de este impulso artificial, el ritmo

Gráfico 8.8: Generación de electricidad por tipo en el Brasil, 2015

Porcentaje de la generación total de energía eléctrica (%)



Fuente: Datos del Operador Nacional de Sistemas: [www.ons.org.br/home/](http://www.ons.org.br/home/).

de crecimiento se ha ralentizado desde 2011 (gráfico 8.9). Además, en lo que se refiere a las publicaciones por habitante, el país se sitúa a la zaga tanto de las economías de mercado emergentes más dinámicas, como de las economías avanzadas, aunque supera a la mayoría de sus vecinos (véase el gráfico 7.8). De hecho, por lo que respecta al impacto, el Brasil ha perdido mucho terreno en la última década. Una posible causa es la velocidad a la que se ha ampliado la matriculación en la enseñanza superior desde mediados del decenio de 1990, especialmente en lo que respecta a los estudiantes que pasan por el sistema federal de universidades que, en algunos casos, han recurrido a la contratación de profesorado sin experiencia, incluidos los candidatos sin doctorado.

Las solicitudes de patentes a la Oficina del Patentes del Brasil (INPI) se elevaron de 20 639 en 2000 a 33 395 en 2012, lo que equivale a un 62%. Esta tasa es poca cosa si se la compara con la de las publicaciones científicas en el mismo período (308%). Por otra parte, si se consideran únicamente las solicitudes de patentes por parte de los residentes, la tasa de crecimiento en dicho período fue aún menor (21%).

Las comparaciones internacionales utilizando el número de patentes otorgadas por la Oficina de Patentes y Marcas de

9. Véase: <http://iopublishing.org/newsDetails/brazil-shows-that-materials-matter>.

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

los Estados Unidos de América (USPTO) proporcionan una estimación indirecta de la medida en que una economía puede procurar la competitividad internacional sobre la base de la innovación impulsada por la tecnología. Aunque el Brasil ha registrado un notable crecimiento en este campo, se sitúa a la zaga de sus principales competidores en lo que atañe a

la intensidad de su actividad en lo que atañe a patentes en relación con su tamaño (cuadro 8.1). En comparación con otras economías emergentes, el Brasil también parece estar relativamente menos centrada en las patentes internacionales que en las publicaciones (gráfico 8.10).

### Recuadro 8.5: Innovación hecha en el Brasil: el caso de Natura

Fundada en 1986, Natura Cosméticos es la empresa líder del mercado del Brasil de productos de higiene personal, cosméticos y perfumes. Se trata en la actualidad de una corporación multinacional presente en numerosos países latinoamericanos y en Francia, con ingresos netos de 7 000 millones de reales en 2013 (en torno a de 2 200 millones USD). La misión declarada de Natura consiste en crear y comercializar productos y servicios que promuevan el bienestar. Actúa principalmente mediante las ventas directas, con unos 1,7 millones de consultores, fundamentalmente mujeres, que venden directamente a su red de clientes habituales, más que en establecimientos comerciales. Dos tercios de estos consultores (1,2 millones) están radicados en el Brasil.

La filosofía de la empresa es convertir las cuestiones socioambientales en oportunidades de negocio a través de la innovación y la sostenibilidad. En 2012, Corporate Knights consideró a Natura la segunda empresa más sostenible en el mundo (con arreglo a criterios económicos), y la lista Forbes la catalogó como la octava empresa más innovadora del mundo. Como resultado de su conducta corporativa, Natura se convirtió en la mayor empresa del mundo en obtener la certificación B-Corp en 2014.

Natura emplea un equipo de 260 personas que participan directamente en tareas de innovación, y más de la mitad

de ellas con título de licenciado. Reinvierte en torno al 3% de sus ingresos en I+D; así, en 2013, esta medida dio lugar a una inversión de 180 millones de reales (unos 56 millones USD). Como resultado, dos tercios (63,4%) de los ingresos por ventas en 2013 tuvieron que ver con productos innovadores lanzados en los dos años anteriores. El crecimiento general ha sido muy intenso, y el tamaño de Natura se ha cuadruplicado en los últimos diez años.

La biodiversidad brasileña constituye un ingrediente clave en el proceso de innovación de la empresa, que utiliza extractos de plantas en nuevos productos. La incorporación de principios biológicos activos derivados de la flora brasileña requiere una interacción con comunidades amazónicas, y asociaciones con institutos de investigación como la Empresa Brasileña de Investigación Agrícola (Embrapa). Un ejemplo es el de la línea "Chronos", que utiliza los principios activos de la *Passiflora alata* (fruto de la pasión), desarrollada en colaboración con la Universidad Federal de Santa Catarina utilizando fondos federales (FINEP). La línea Chronos ha generado nuevas patentes y ha dado lugar a una investigación colaborativa.

Natura ha desarrollado asimismo centros de investigación en Cajamar (São Paulo), dentro del Ecomarque Natura en Benevides Pará. Su Centro de Innovación de Manaus, en la capital del estado de Amazonas, establece alianzas con las instituciones y empresas de la región con

el fin de convertir el conocimiento y la tecnología desarrollados localmente en nuevos productos y procesos. Esta labor ha animado a otras empresas a invertir en la región

Natura participa además en ejes de innovación en el extranjero como el Global Hub of Innovation de Nueva York. También ha desarrollado asociaciones internacionales con el Massachusetts Institute of Technology's Media Lab (Estados Unidos de América), el Massachusetts General Hospital (Estados Unidos de América), y la Universidad de Lyon (Francia), entre otros.

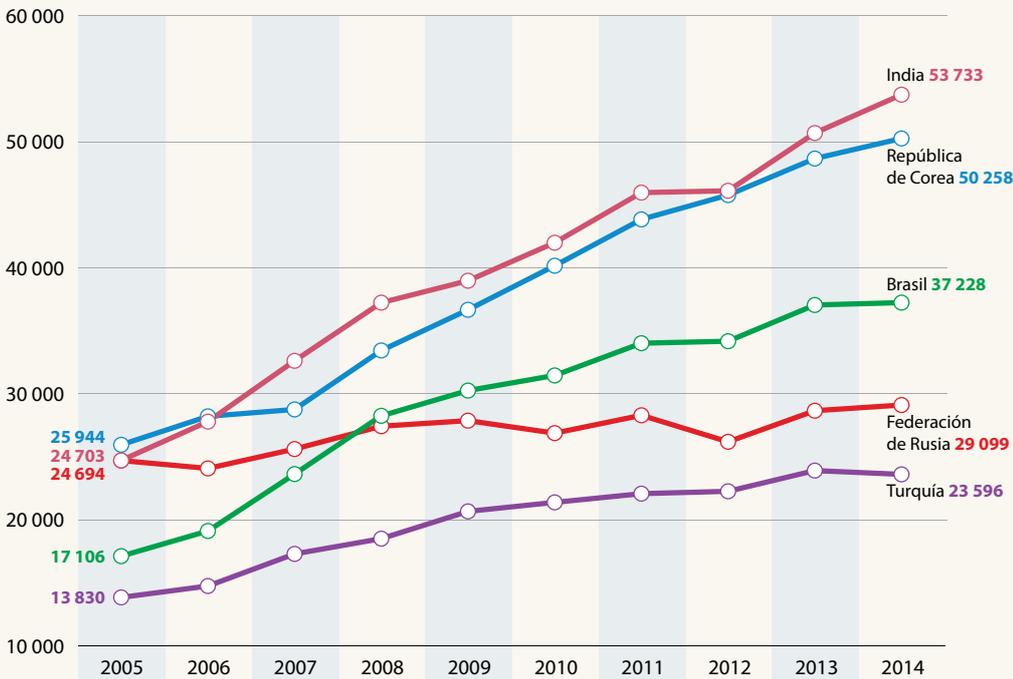
En la actualidad, Natura interactúa con más de 300 organizaciones (empresas, instituciones científicas, agencias de financiación, especialistas, ONG y agencias reguladoras) en la ejecución de más de 350 proyectos relacionados con la innovación. En 2013, más del 60% de todos los proyectos emprendidos por Natura se llevaron a cabo en el marco de estas alianzas. Un aspecto destacado ha sido la inauguración del Centro de Investigación Aplicada en Bienestar y Comportamiento Humano en 2015, en colaboración con la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP). El nuevo centro incluye instalaciones dedicadas a la investigación y ubicadas en las universidades públicas del Estado.

*Fuente:* Compilado por los autores.

## Gráfico 8.9: Tendencias de la publicación científica en el Brasil, 2005-2014

### El crecimiento de las publicaciones brasileñas se ha ralentizado ligeramente desde 2008

Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos



147

Publicaciones por millón de habitantes en 2008

184

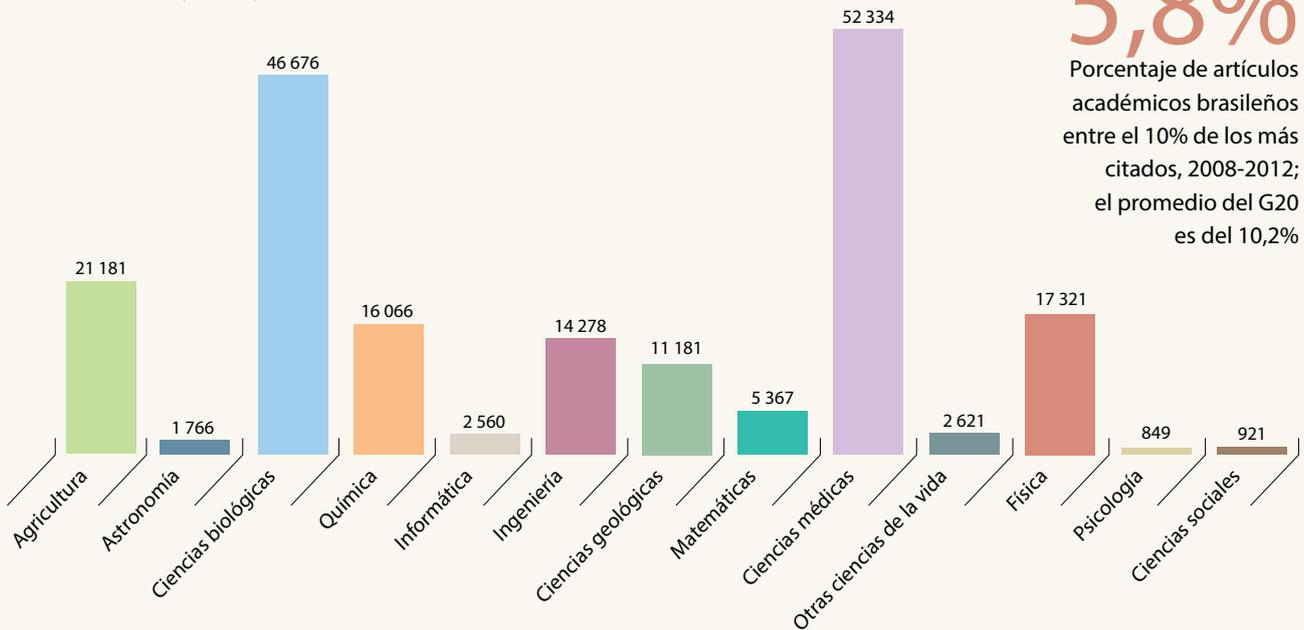
Publicaciones por millón de habitantes en 2014

0,74

Tasa media de menciones de las publicaciones brasileñas, 2008-2012; el promedio del G20 es de 1,02

### Las ciencias de la vida dominan las publicaciones brasileñas

Totales acumulados por campo, 2008-2014



5,8%

Porcentaje de artículos académicos brasileños entre el 10% de los más citados, 2008-2012; el promedio del G20 es del 10,2%

Nota: Los artículos no clasificados (7 190) se excluyen de los totales.

### Los Estados Unidos de América son el socio más cercano del Brasil

Principales socios extranjeros, 2008-2014

	1 <sup>er</sup> colaborador	2 <sup>o</sup> colaborador	3 <sup>er</sup> colaborador	4 <sup>o</sup> colaborador	5 <sup>o</sup> colaborador
<b>Brasil</b>	EE. UU. (24 964)	Francia (8 938)	Reino Unido (8 784)	Alemania (8 054)	España (7 268)

Fuente: Thomson Reuters Web of Science, Science Citation Index Expanded; tratamiento de datos a cargo de Science-Metrix.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

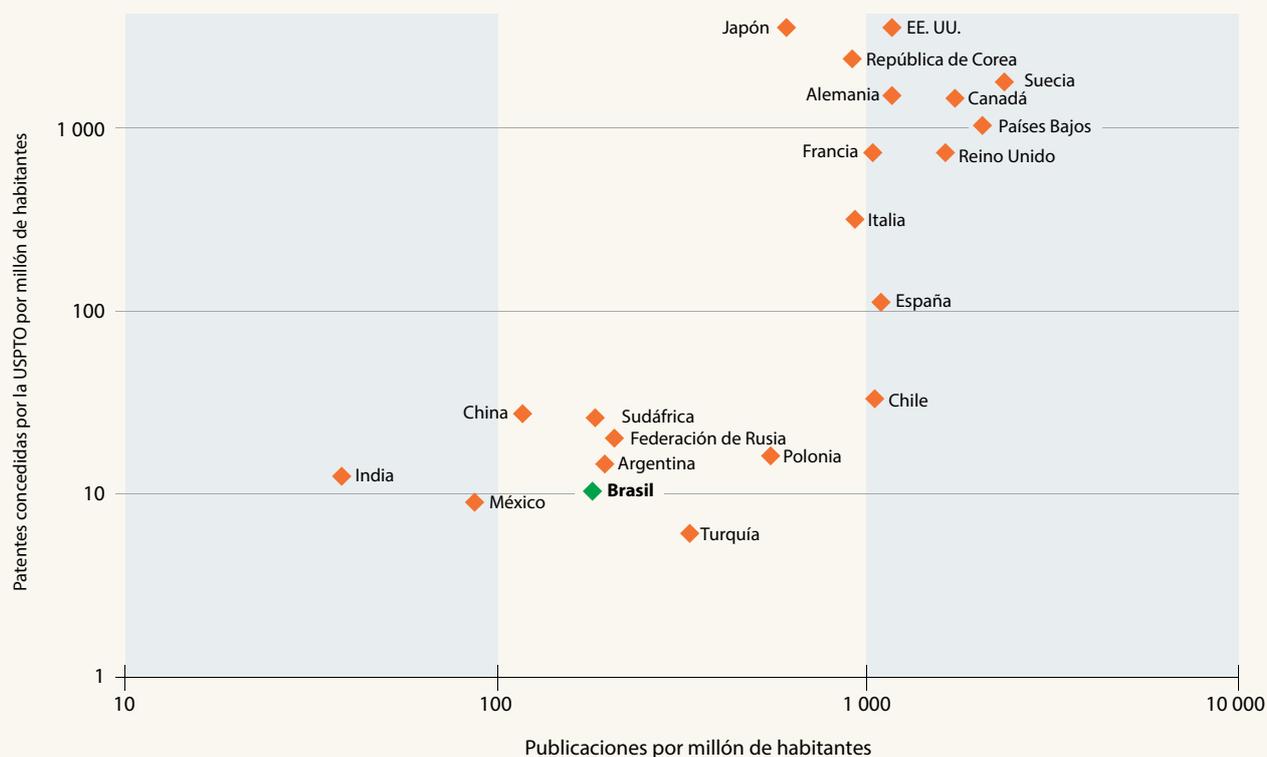
Cuadro 8.1: Patentes de invención concedidas a brasileños por la USPTO, 2004-2008 y 2009-2013

	Nº de patentes, 2004-2008	Nº de patentes, 2009-2013	Crecimiento acumulado (%)	Por cada 10 millones de habitantes, 2009-2013
<b>Promedio global</b>	<b>164 835</b>	<b>228 492</b>	<b>38,6</b>	<b>328</b>
Japón	34 048	45 810	34,5	3 592
EE. UU.	86 360	110 683	28,2	3 553
República de Corea	3 802	12 095	218,1	2 433
Suecia	1 561	1 702	9,0	1 802
Alemania	11 000	12 523	13,8	1 535
Canadá	3 451	5 169	49,8	1 499
Países Bajos	1 312	1 760	34,1	1 055
Reino Unido	3 701	4 556	23,1	725
Francia	3 829	4 718	23,2	722
Italia	1 696	1 930	13,8	319
España	283	511	80,4	111
Chile	13	34	160,0	33
China	261	3 610	1 285,3	27
Sudáfrica	111	127	14,2	25
Federación de Rusia	198	303	53,1	21
Polonia	15	60	313,7	16
Argentina	54	55	3,4	14
India	253	1 425	464,2	12
<b>Brasil</b>	<b>108</b>	<b>189</b>	<b>74,6</b>	<b>10</b>
México	84	106	25,1	9
Turquía	14	42	200,0	6

Fuente: USPTO.

Gráfico 8.10: Intensidad relativa de las publicaciones frente a la obtención de patentes en el Brasil, 2009-2013

Otros países se ofrecen a efectos comparativos. Ejes logarítmicos



Fuente: Para las patentes: USPTO; para las publicaciones: Thomson Reuters; para la población: Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial.

## TENDENCIAS REGIONALES

**La CTI sigue dominada por el estado de São Paulo**

El Brasil es un país de dimensiones continentales, con niveles de desarrollo muy diversos en sus 27 estados. Las regiones meridionales y sudorientales muestran un nivel mucho más alto de industrialización y desarrollo científico que las septentrionales, algunas de las cuales se asientan en parte del bosque y la cuenca fluvial amazónicas. El centro-oeste constituye la central de producción agrícola y ganadera del Brasil, y ha experimentado un rápido desarrollo en los últimos años.

El ejemplo más claro de este contraste lo constituye el estado sudoriental de São Paulo. Alberga al 22% (44 millones) de los 202 millones de habitantes del país, genera alrededor del 32% del PIB y una cuota similar de la producción industrial de la nación. Cuenta además con un sistema estatal muy sólido de universidades públicas de investigación, del que carecen en la mayoría de los demás estados, y es sede de una institución consolidada como la Fundación de Investigación de São Paulo (recuadro 8.6). El estado de São Paulo concentra el 46% del GBID (gasto público y privado) y del 66% de la I+D empresarial.

Todos los indicadores dibujan la misma imagen. En torno al 41% de los doctorados brasileños los otorgaron universidades del estado de São Paulo en 2012, y el 44% de todos los artículos académicos con autores brasileños tienen al menos un autor de una institución con sede en este estado. La productividad científica de São Paulo (390 artículos académicos por millón de habitantes en 2009-2013) duplica el promedio nacional (184), un diferencial que se ha ido ampliando en los últimos años. El impacto relativo de las publicaciones a cargo de los científicos del estado de São Paulo también ha sido sistemáticamente superior al del Brasil en su conjunto a lo largo del último decenio (gráfico 8.11).

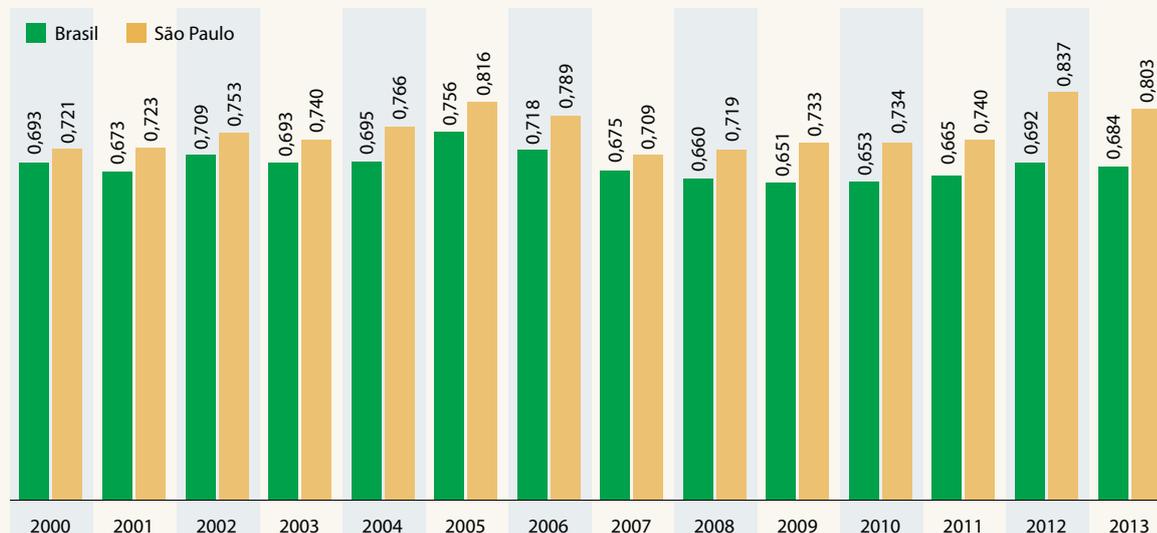
Dos factores clave explican el éxito de São Paulo en la producción científica: en primer lugar, un sistema adecuadamente financiado de universidades estatales, entre las que figuran la Universidad de São Paulo, la Universidad de Campinas (Unicamp) y la Universidad Estatal de São Paulo (gráfico 8.12), todas ellas incluidas en clasificaciones universitarias internacionales<sup>10</sup>; y en segundo lugar, el papel desempeñado por la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP, recuadro 8.6). Tanto al sistema universitario, como al FAPESP se les asigna como presupuesto anual una cuota fija de los ingresos del estado por el impuesto sobre las ventas, y cuentan con plena autonomía en cuanto al uso que hacen de tales ingresos.

Entre 2006 y 2014, la proporción de investigadores brasileños que desarrollaron su actividad en instituciones del sudeste cayó de manera constante del 50% al 44%. En el mismo período, la proporción correspondiente a los estados del noreste se elevó del 16% al 20%. Es demasiado pronto aún para determinar el efecto de estos cambios en la producción científica, o en el número de doctorados concedidos, pero, lógicamente, estos indicadores también deberían avanzar.

A pesar de estas tendencias positivas, las desigualdades regionales persisten en lo que atañe al gasto en I+D, el número de instituciones de investigación, y la productividad científica. Ampliar el alcance de los proyectos de investigación a otros estados y más allá del Brasil ayudaría ciertamente a los científicos de estas regiones a ponerse a la altura de sus vecinos del sur.

10. En la clasificación de universidades del Times Higher Education 2015 en BRICS y otras economías emergentes, la Universidad de São Paulo ocupó el décimo puesto, Unicamp, el 27º y la Universidade Estadual Paulista (Unesp), el 97º. Entre las 100 primeras, sólo aparece otra universidad brasileña, la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ, 67º). En la clasificación QS de universidades de América Latina de 2015, la Universidad de São Paulo se situó en el primer puesto, Unicamp, en el segundo, UFRJ, en el quinto, y Unesp, en el octavo.

Gráfico 8.11: Impacto relativo de las publicaciones científicas de São Paulo y el Brasil, 2000-2013

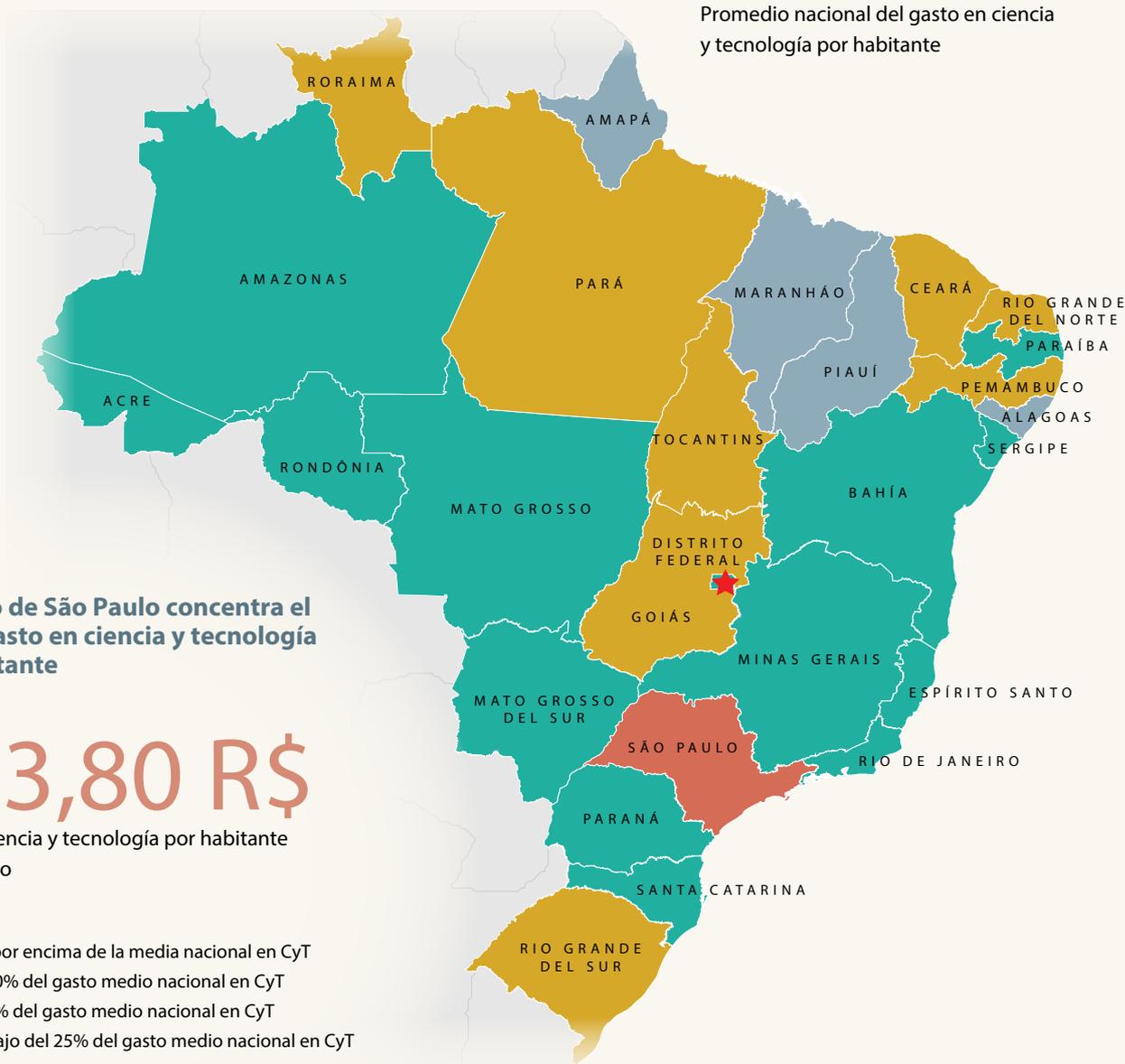


Fuente: InCites/Thomson Reuters, octubre de 2014.

Gráfico 8.12: Cuotas relativas de los estados brasileños en cuanto a la inversión en ciencia y tecnología

69,50 R\$

Promedio nacional del gasto en ciencia y tecnología por habitante



**Diez de las universidades de investigación del Brasil se encuentran en Río de Janeiro y São Paulo**

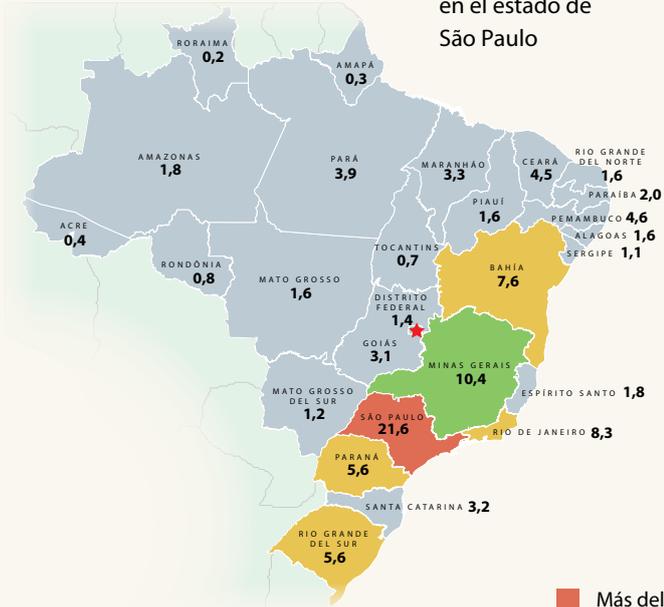
Universidades de investigación en el Brasil

Región/ unidad federativa	Universidades de investigación	Región/ unidad federativa	Universidades de investigación
Ceará	Universidad Federal de Ceará	São Paulo	Universidad de São Paulo
Pernambuco	Universidad Federal de Pernambuco		Universidad de Campinas (Unicamp)
Minas Gerais	Universidad Federal de Minas Gerais		Universidad Estatal de São Paulo
Río de Janeiro	Universidad Federal de Río de Janeiro		Universidad Federal de São Paulo
	Fundación Oswaldo Cruz		Universidad Federal de São Carlos
	Pontificia Universidad Católica	Río Grande del Sur	Universidad Federal de Río Grande del Sur
	Universidad de Río de Janeiro		Pontificia Universidad de Río Grande del Sur
	Universidad Estatal de Río de Janeiro	Santa Catarina	Universidad Federal de Santa Catarina
Paraná	Universidad Federal de Paraná	Distrito Federal	Universidad de Brasilia

Seis estados concentran el 59% de la población

22%

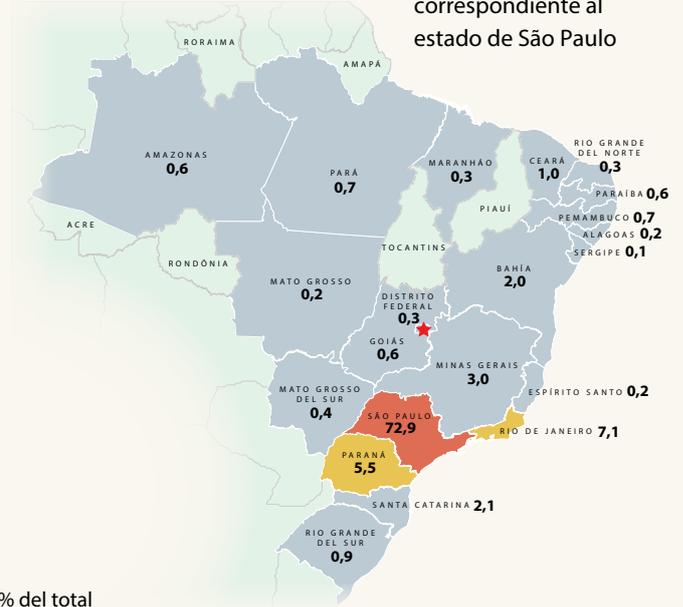
Proporción de población brasileña en el estado de São Paulo



El estado de São Paulo concentra tres cuartas partes del gasto público en I+D

73%

Proporción del gasto público en I+D correspondiente al estado de São Paulo

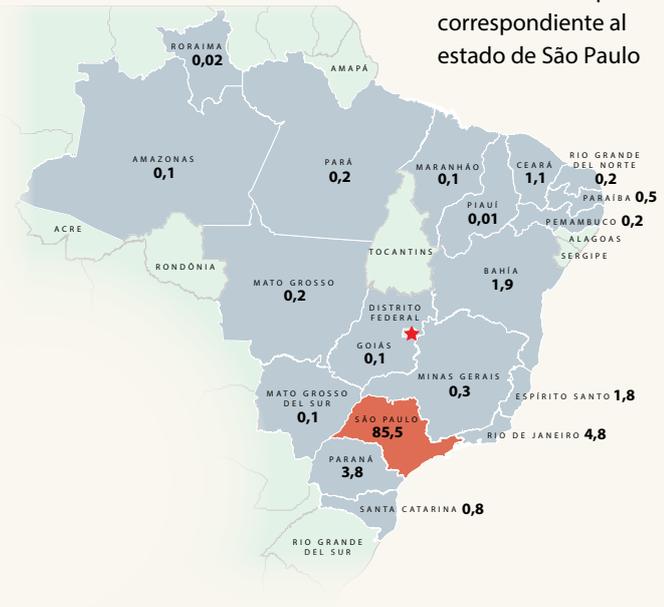


- Más del 15% del total
- 10%-14,9% del total
- 5,9% del total
- Menos del 5% del total
- Datos no disponibles
- ▲ Número de universidades de investigación

São Paulo domina el gasto en I+D en el ámbito de la enseñanza superior

86%

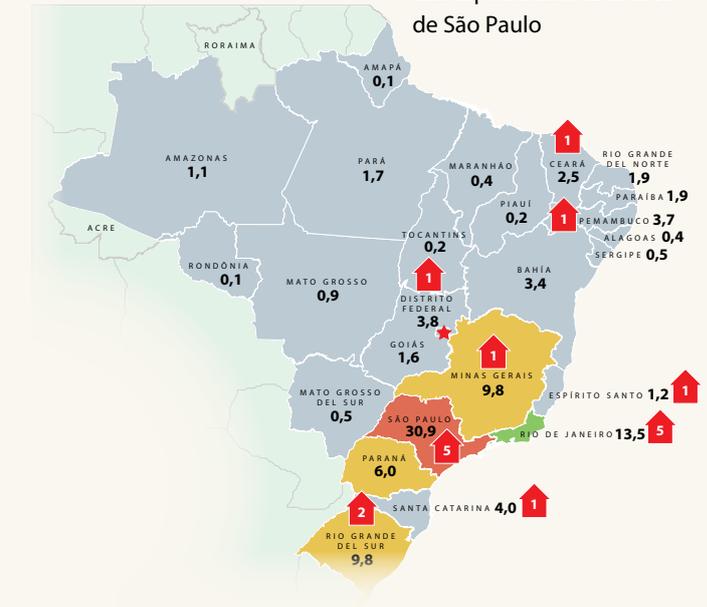
Proporción del gasto en I+D en el ámbito de la enseñanza superior correspondiente al estado de São Paulo



Cinco estados concentran más de la mitad de los programas de doctorado del Brasil

31%

Proporción de programas de doctorado brasileños correspondiente al estado de São Paulo



Fuente: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

### Recuadro 8.6: La Fundación de Investigación de São Paulo: un modelo de financiación sostenible

La Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP) es la fundación pública dedicada a la investigación del estado de São Paulo. Recibe una financiación sostenible en forma de una cuota anual del 1% de los impuestos estatales sobre ventas, en virtud de una disposición consignada en la Constitución del estado. La Constitución establece además que únicamente el 5% del presupuesto de la Fundación puede utilizarse con fines administrativos, limitando así el uso indebido. La Fundación disfruta así de una financiación estable y de una autonomía operativa.

La FAPESP desarrolla su actividad mediante un sistema de revisión inter

pares con la ayuda de comités compuestos por investigadores activos y organizados por temas de investigación. Además de financiar la investigación en todos los ámbitos de la ciencia, la FAPESP apoya cuatro grandes programas de investigación que comprenden la biodiversidad, la bioenergía, el cambio climático global y las neurociencias.

En 2013, el gasto de la FAPESP ascendió a 1 085 millones de reales (en torno a 330 millones de dólares). La Fundación mantiene acuerdos de cooperación con agencias nacionales e internacionales dedicadas a financiar actividades de investigación, universidades, institutos de investigación

y empresas comerciales. Entre los asociados internacionales se encuentran el Centre nationale de recherche scientifique de Francia, el Deutsche Forschungsgemeinschaft de Alemania, y la National Science Foundation de los Estados Unidos de América.

La FAPESP ofrece asimismo una amplia gama de programas para apoyar a científicos extranjeros que deseen trabajar en São Paulo. Entre ellos figuran las becas de postdoctorado, los premios a jóvenes investigadores, y las ayudas a investigadores visitantes.

*Fuente:* Compilado por los autores.

## CONCLUSIÓN

### Las empresas deben comprometerse con la innovación para mantener su competitividad a escala internacional

En las últimas décadas, el Brasil ha sido objeto de un reconocimiento mundial por sus logros en la reducción de la pobreza y la desigualdad mediante políticas sociales activas. Sin embargo, desde que el crecimiento económico comenzó a debilitarse en 2011, el avance hacia la inclusión social también se ha ralentizado. En un contexto actual en el que gran parte de la población activa mantiene un puesto de trabajo (el desempleo se había reducido al 5,9% en 2013), la única manera de impulsar el crecimiento económico una vez más consistirá en elevar la productividad. Este empeño exigirá dos ingredientes esenciales: la CTI y una población activa adecuadamente instruida.

El volumen de publicaciones brasileñas ha crecido considerablemente en los últimos años. Algunos investigadores en concreto también han sido reconocidos por la calidad de su labor, como es el caso de Ártur Avila, que se convirtió en el primer matemático latinoamericano en recibir la prestigiosa medalla Fields en 2014.

Sin embargo, se ha adolecido de una falta general de avance en lo que se refiere al impacto general de la ciencia brasileña. Las citas de publicaciones brasileñas se sitúan aún muy por debajo del promedio del G20; en cierta medida, esta situación puede deberse al hecho de que muchos artículos brasileños todavía se publican en portugués en revistas brasileñas de

circulación limitada, por lo que no son detectadas por los radares internacionales pertinentes. De ser así, esta falta de visibilidad representa un precio temporal a pagar por el gran aumento en el acceso a la enseñanza superior en los últimos años. En cualquier caso, el hecho es que otras economías emergentes como las de la India, la República de Corea o Turquía han tenido un desempeño mucho mejor que el Brasil en los últimos cinco años aproximadamente. Elevar la calidad y potenciar la visibilidad de la ciencia brasileña requerirán un esfuerzo concertado para ampliar e intensificar la colaboración internacional.

La educación se ha convertido en un tema central del debate político nacional. El nuevo Ministro de Educación se ha comprometido a revisar el sistema de enseñanza secundaria, que ha sido uno de los principales cuellos de botella para mejorar el nivel de formación de la población activa, como ilustran de manera tan elocuente los resultados de PISA. La nueva Ley nacional de educación propone objetivos muy ambiciosos para 2024, incluidos los de ampliación del acceso a la enseñanza superior y la mejora de la calidad de la educación básica.

Otro cuello de botella se encuentra en el escaso número de patentes concedidas por la USPTO a los solicitantes brasileños. Esta tendencia pone de relieve que las empresas brasileñas todavía no son competitivas internacionalmente en lo que se refiere a la innovación. El gasto privado en I+D sigue siendo relativamente bajo, en comparación con otras economías emergentes. Más preocupante aún resulta que

no se haya producido prácticamente ningún avance en este terreno desde el modesto crecimiento registrado durante el auge de las materias primas entre 2004 y 2010. La inversión, en general, disminuye, al igual que la proporción de la producción industrial en el PIB y la participación del Brasil en el comercio exterior, sobre todo en lo que respecta a las exportaciones de productos manufacturados. Todos ellos son indicadores de una economía innovadora, y todos figuran en números rojos.

El nuevo Ministro de Hacienda parece estar al tanto de los numerosos cuellos de botella y distorsiones que han socavado la economía en los últimos años, incluido el proteccionismo mal orientado y el favoritismo en relación con algunos grandes grupos económicos<sup>11</sup>. Ha propuesto una serie de medidas encaminadas a recuperar el control fiscal como medio para preparar el terreno a un nuevo ciclo de crecimiento. A pesar de ello, la industria brasileña se encuentra en un estado tan grave, que resulta necesario revisar todo el enfoque del país respecto a las políticas industriales y comerciales. El sector industrial nacional debe exponerse a la competencia internacional, y conviene animarle a considerar la innovación tecnológica como una parte esencial de su misión.

11. La investigación del reciente escándalo en el que se encuentra implicada la gigantesca compañía petrolera Petrobras ha arrojado luz sobre la gran cantidad de fondos subvencionados recibidos por algunas empresas de construcción a través del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), y destinados a algunos proyectos internacionales ejecutados con escasa supervisión por parte de las agencias reguladoras brasileñas.

#### OBJETIVOS CLAVE PARA EL BRASIL

Que los brasileños de 15 años de edad obtengan una puntuación de 473 en matemáticas en 2024 en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la OCDE;

Elevar el nivel de inversión en capital fijo del 19,5% en 2010 al 22,4% del PIB en 2014;

Aumentar el gasto de las empresas en I+D del 0,57% en 2010 al 0,90% del PIB en 2014;

Ampliar la proporción de la población activa que ha completado los estudios de enseñanza secundaria del 54% al 65%;

Aumentar la proporción de empresas que utilizan de manera intensiva el conocimiento del 30,1% al 31,5% del total en 2014;

Elevar la cifra de PYME innovadoras de 37 000 a 58 000 en 2014;

Diversificar las exportaciones y aumentar la participación del país en el comercio mundial del 1,36% al 1,60% en 2014; y

Ampliar el acceso a Internet de banda ancha fija de 14 a 40 millones de hogares para 2014.

# INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

## BIBLIOGRAFÍA

Aghion, P. y Howitt, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*. Massachusetts Institute of Technology Press: Boston (Estados Unidos de América).

Balbachevsky, E. y Schwartzman, S. (2010), The graduate foundations of Brazilian research. *Higher Education Forum*, 7: 85-100. Research Institute for Higher Education, Hiroshima University. Hiroshima University Press: Hiroshima.

Brito Cruz, C.H. y Pedrosa, R. H. L. (2013), Past and present trends in the Brazilian research university. En: C.G. Amrhein y B. Baron (eds.) *Building Success in a Global University*. Lemmens Medien: Bonn y Berlín.

CEPAL (2014a), *Social Panorama of Latin America 2013, 2014*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago (Chile).

CEPAL (2014b), *Compacts for Equality: Towards a Sustainable Future*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 35th Session, Lima.

FAPESP (2015), *Boletim de Indicadores em Ciência e Tecnologia n. 5*. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (São Paulo Research Foundation, FAPESP).

Hanushek, E. A. y Woessmann, L. (2012), Schooling, educational achievement and the Latin American growth puzzle. *Journal of Development Economics*, 99: 497-512.

Heston, A.; Summers, R. y Aten, B. (2012), *Penn World Table Version 7.1*. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices. Penn University (Estados Unidos de América). July. Véase: <https://pwt.sas.upenn.edu>

IBGE (2013), *Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2011*. Brazilian Institute of Geography and Statistics: Río de Janeiro. Véase: [www.pintec.ibge.gov.br](http://www.pintec.ibge.gov.br)

MoSTI (2007), *Plano de Ação 2007-2010, Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Véase: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/194910>

OCDE (2014), *Going for Growth*. Country Note on Brazil. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París.

Pedrosa, R.H.L y Queiroz, S. R. R. (2013), *Brazil: Democracy and the 'Innovation Dividend'*. Centre for Development and Enterprise: Sudáfrica; Legatum Institute: Londres.

Pedrosa, R. H. L.; Amaral, E. y Knobel, M. (2013), Assessing higher education learning outcomes in Brazil. *Higher Education Management and Policy*, 11 (24): 55-71. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París.

PISA (2012), *Results, Programme for International Student Assessment*. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París. Véase: [www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf](http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf)

**Renato Hyuda de Luna Pedrosa** (nacido en 1956: Brasil) es profesor asociado en el Departamento de Política de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Campinas en el Brasil. Es doctor en matemáticas por la Universidad de California en Berkeley (EE. UU.).

**Hernan Chaimovich** (nacido en 1939: Chile) es bioquímico y asesor especial de la Dirección Científica de la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP). Publica regularmente artículos científicos en diarios, revistas y periódicos relacionados con la enseñanza superior y la política de ciencia y tecnología.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Joana Santa-Cruz, del equipo encargado de los indicadores de CTI en la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP), su ayuda para recopilar y organizar los datos utilizados en el presente capítulo.