A close-up photograph of a young man's hand holding a small, colorful frog. The man's face is blurred in the background, showing a slight smile. The frog is small and has a dark body with bright orange or red markings. The background is filled with green foliage, suggesting a natural, outdoor setting. The lighting is soft, highlighting the textures of the skin and the frog's body.

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 media¹ 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).

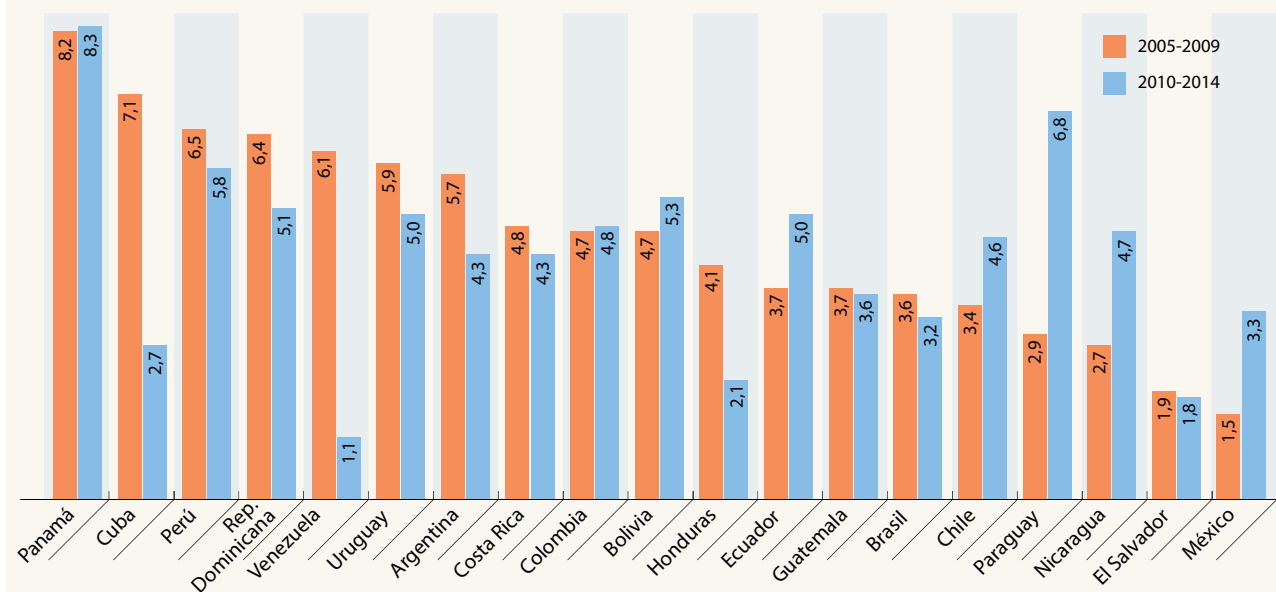
La economía latinoamericana creció apenas en un 1,1% en 2014, lo que significa que —en la práctica— el PIB por habitante se estancó. Las cifras preliminares del primer trimestre de 2015 sugieren una continua desaceleración de la actividad desde que el auge de exportaciones de materias

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 UNASUR² 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.

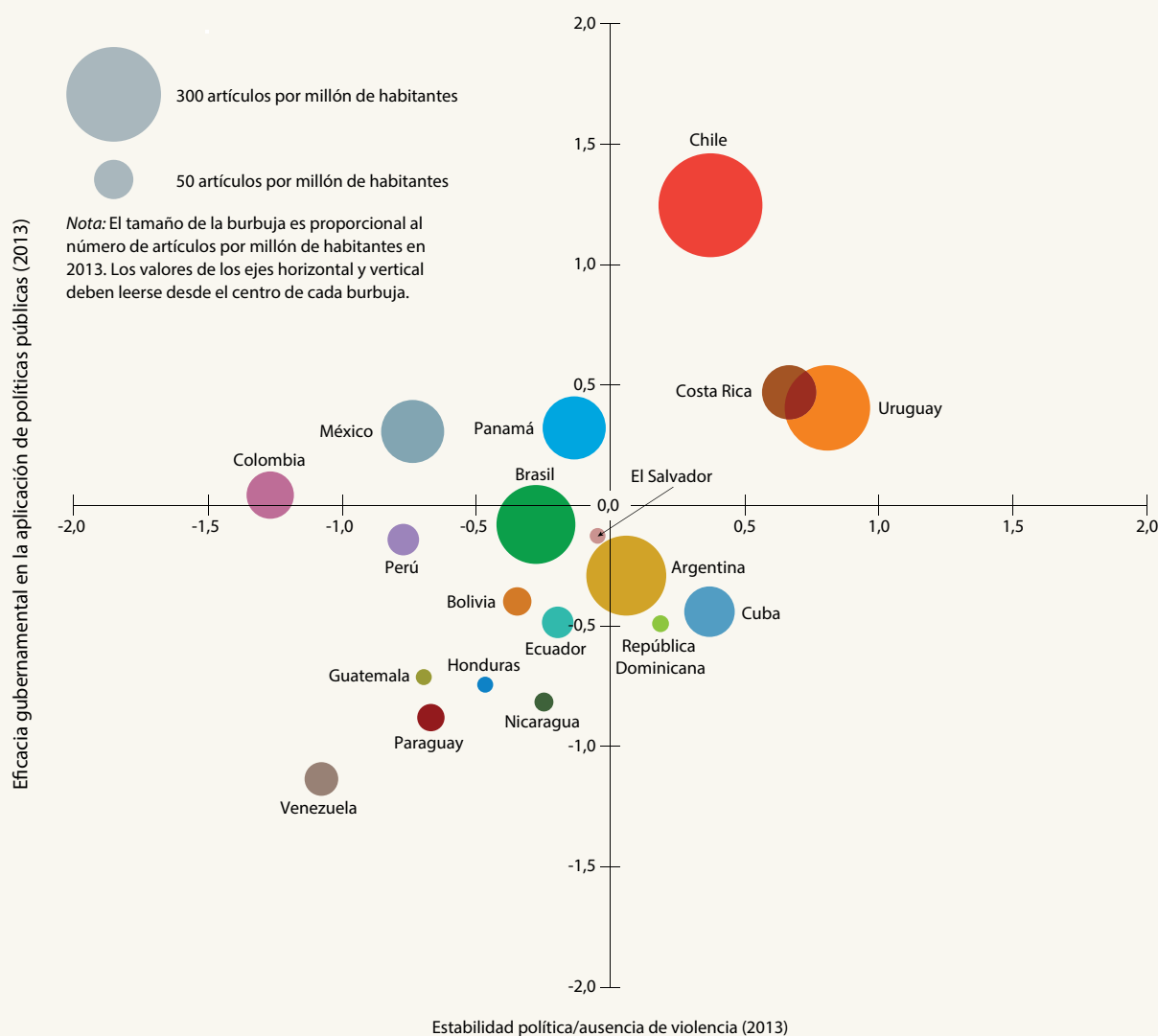
Las exportaciones de alta tecnología impulsan el crecimiento en muy pocos países

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*³ 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.

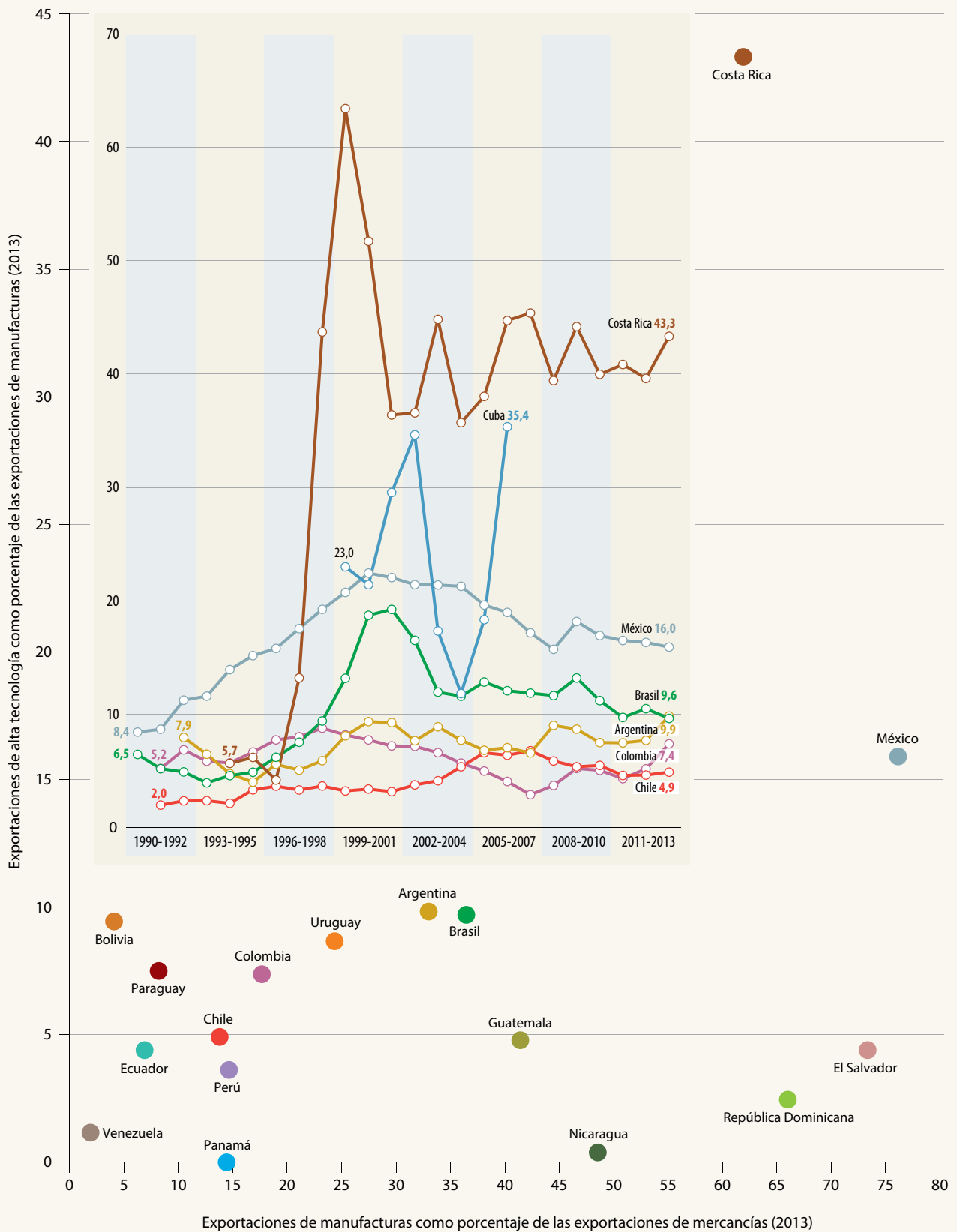
La incorporación de la tecnología a las exportaciones de la región ha tenido efectos diversos. Merced a regímenes

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 México⁴.

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 México⁵ 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 innovación⁶. 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 (FORINVEST, 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 impuestos⁷ 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 mujeres⁸. 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

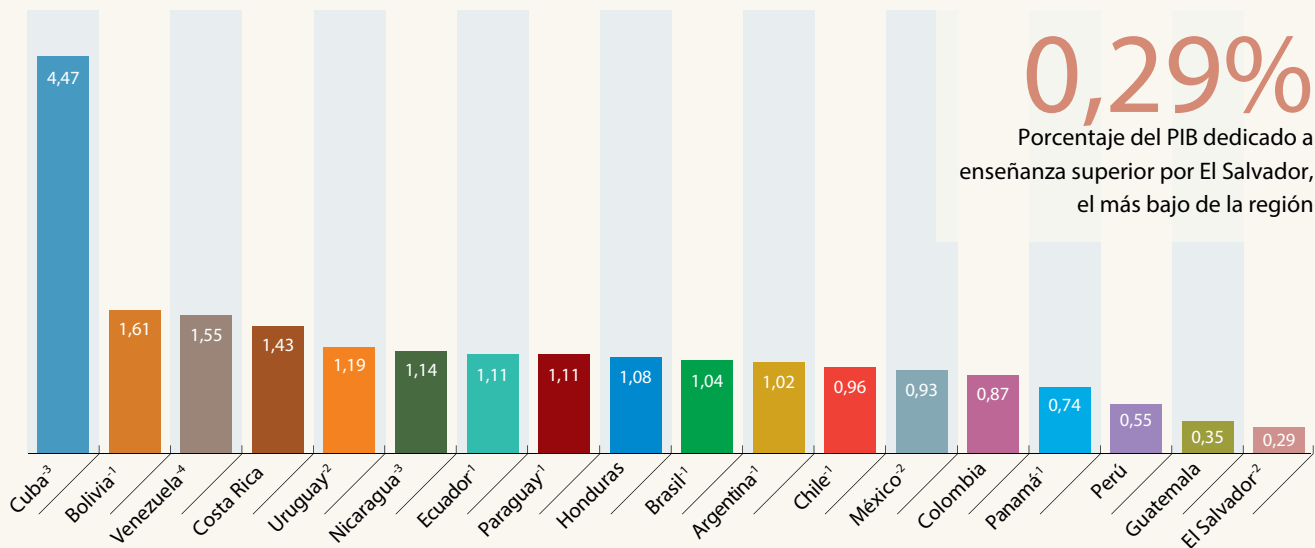
Gasto en enseñanza superior como porcentaje del PIB, 2013 o el año más cercano a este (%)

4,47%

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

0,29%

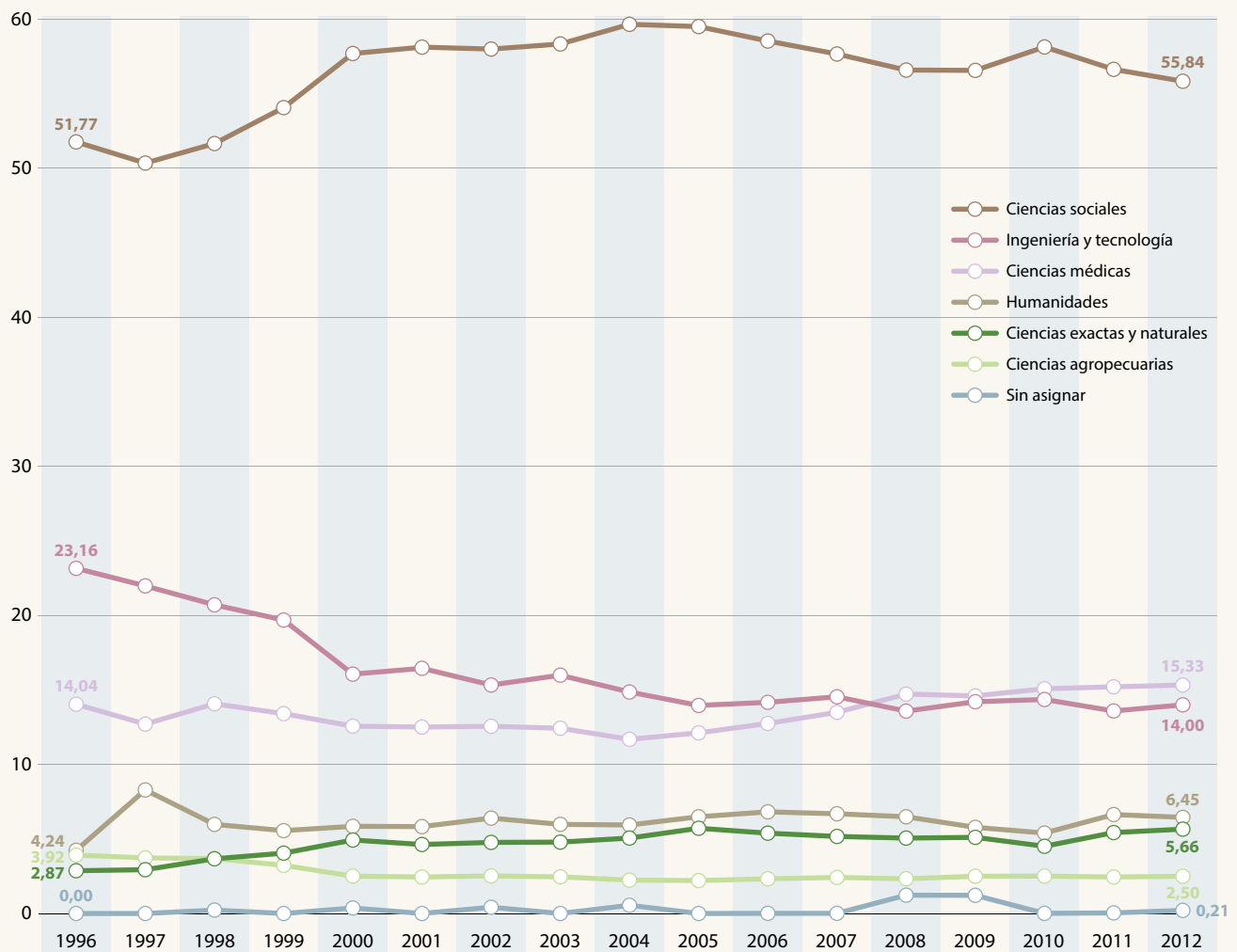
Porcentaje del PIB dedicado a enseñanza superior por El Salvador, el más bajo de la región



+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 (%)



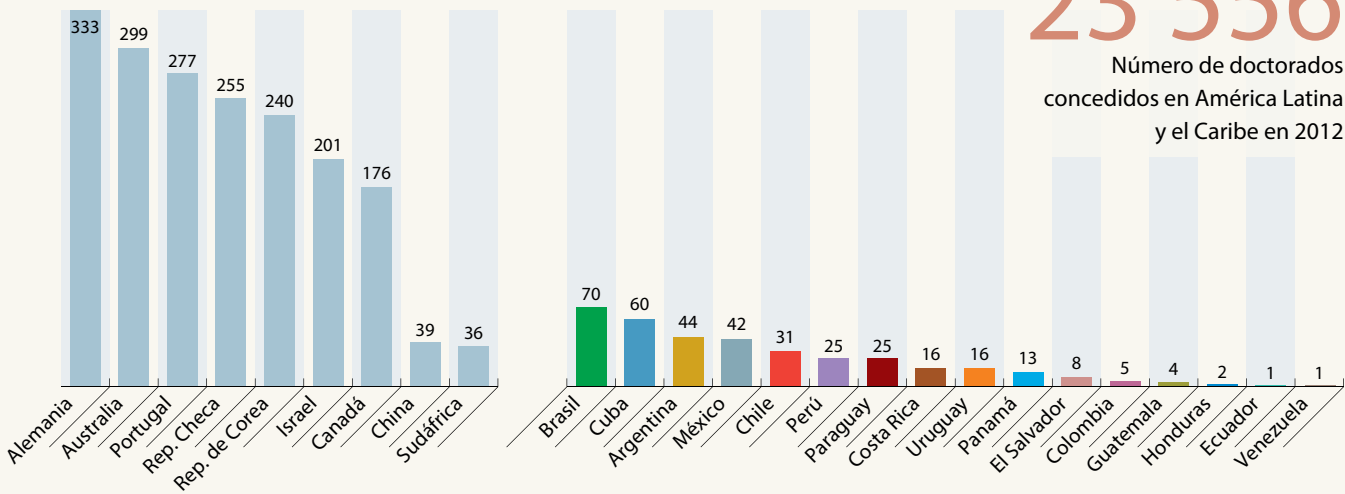
El Brasil es el país con más doctorados por millón de habitantes en América Latina

Doctorados por millón de habitantes, 2012

Se incluyen países de fuera de América Latina con fines comparativos

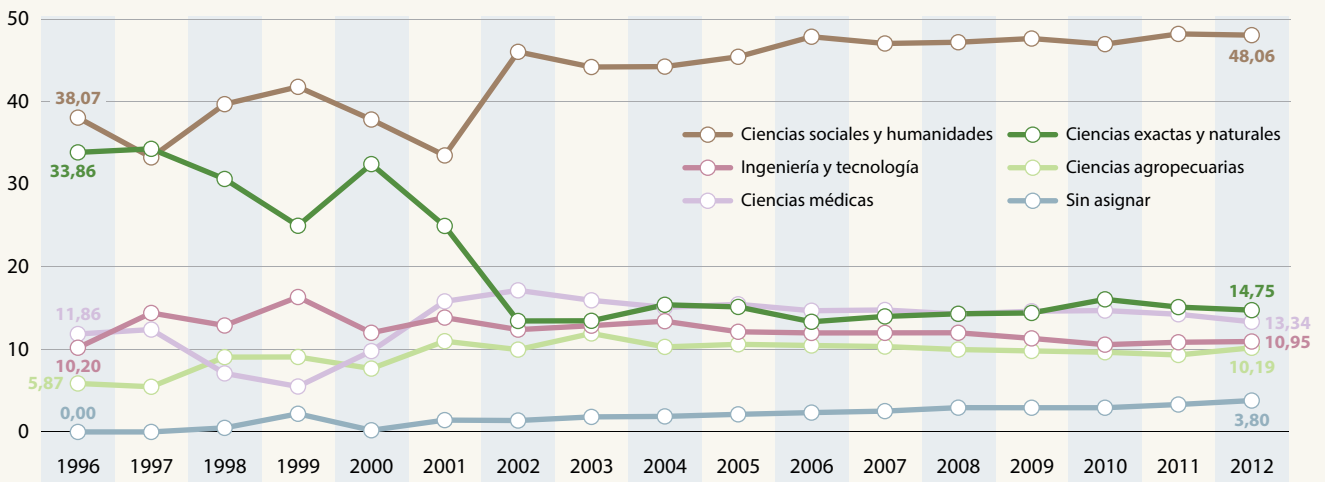
23 556

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 (%)

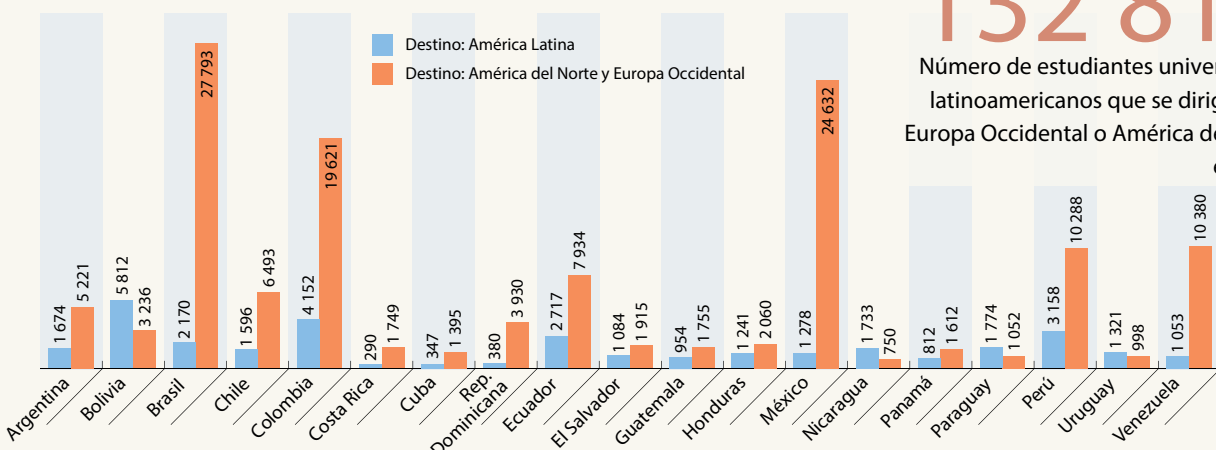


Los estudiantes se dirigen a Europa Occidental y América del Norte más que a otros países latinoamericanos, con excepción de los que proceden de Bolivia, Nicaragua, el Paraguay y el Uruguay

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.

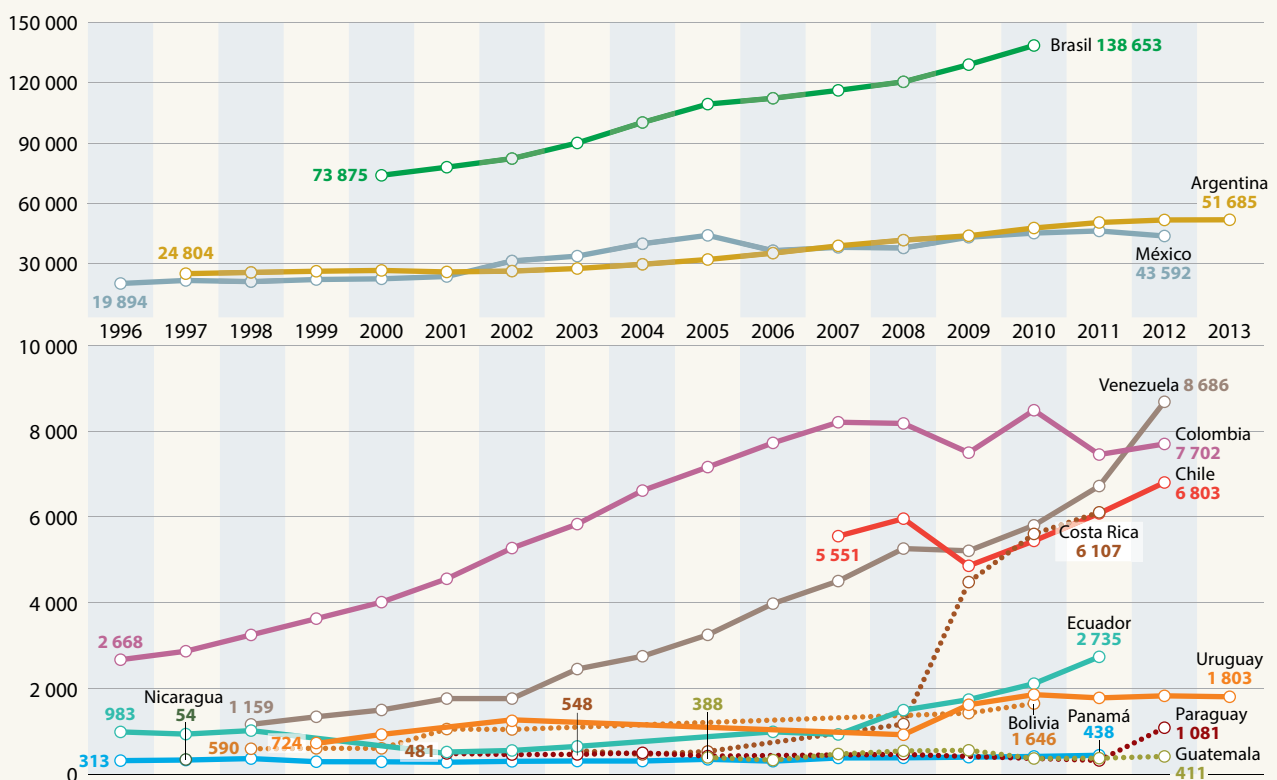
*Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Estados Unidos de América, Italia, Japón, México y Rumania.

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

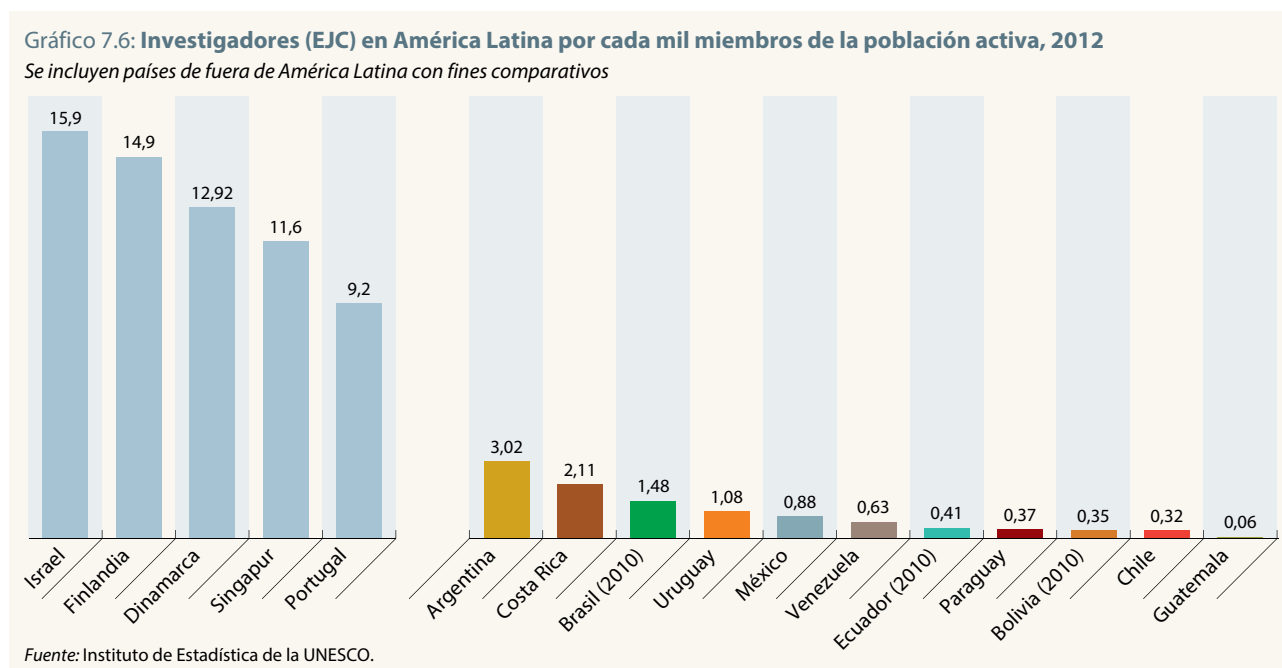
Brasil, supera en 3,4 veces a la de México, en casi diez a la de Chile. Con todo, a la Argentina le queda aún un gran trecho por recorrer para ponerse a la altura de las economías desarrolladas (gráfico 7.6).

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)⁹, 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.

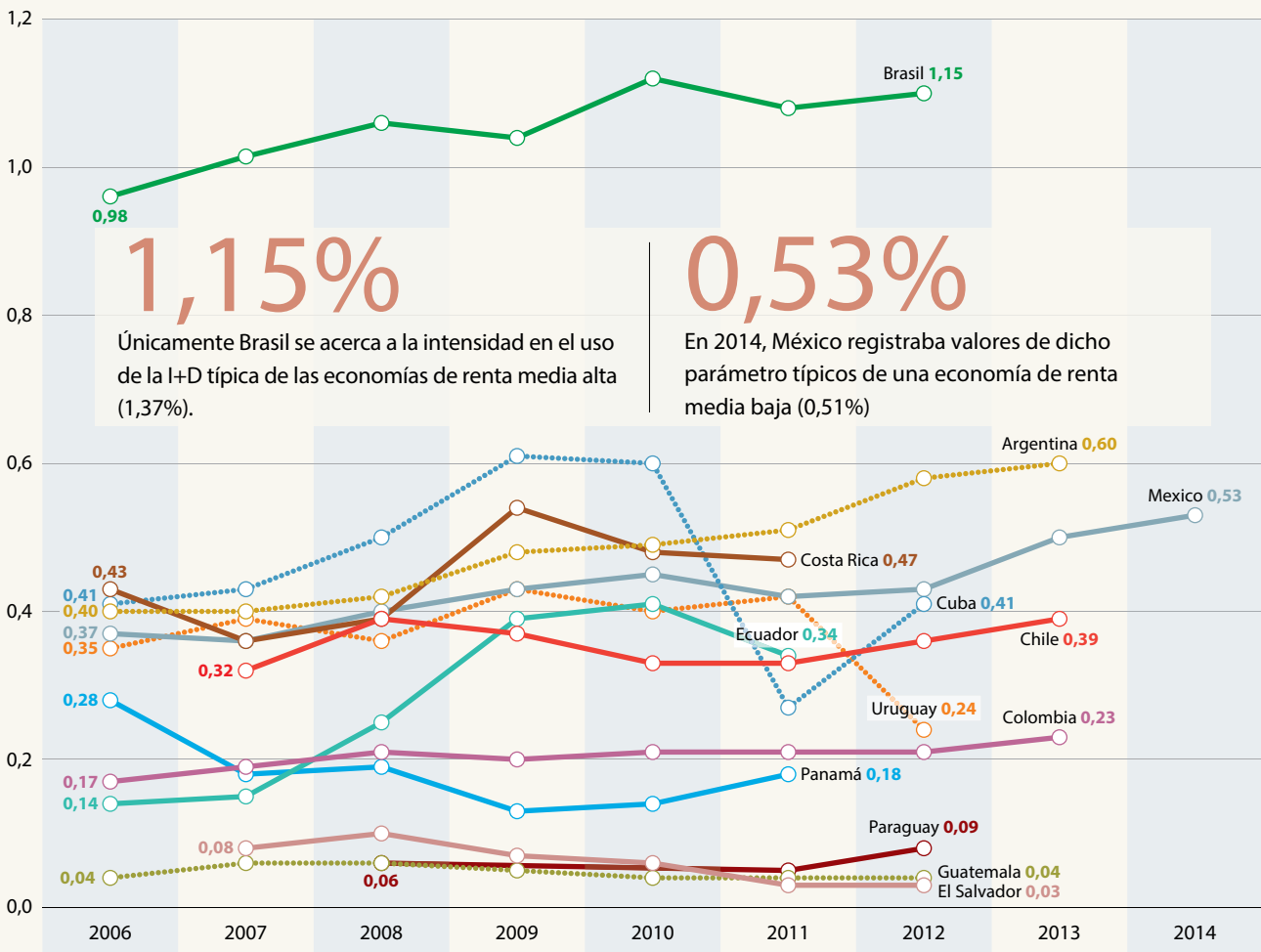
El desglose del gasto en I+D por objetivos socioeconómicos se encuentra disponible únicamente para un pequeño grupo de países. En 2012, la Argentina y Chile asignaron un tercio de este gasto a ingeniería y tecnología, una cuota considerable para tratarse de economías emergentes. Ambos priorizaron la 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).

⁹ 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 (%)

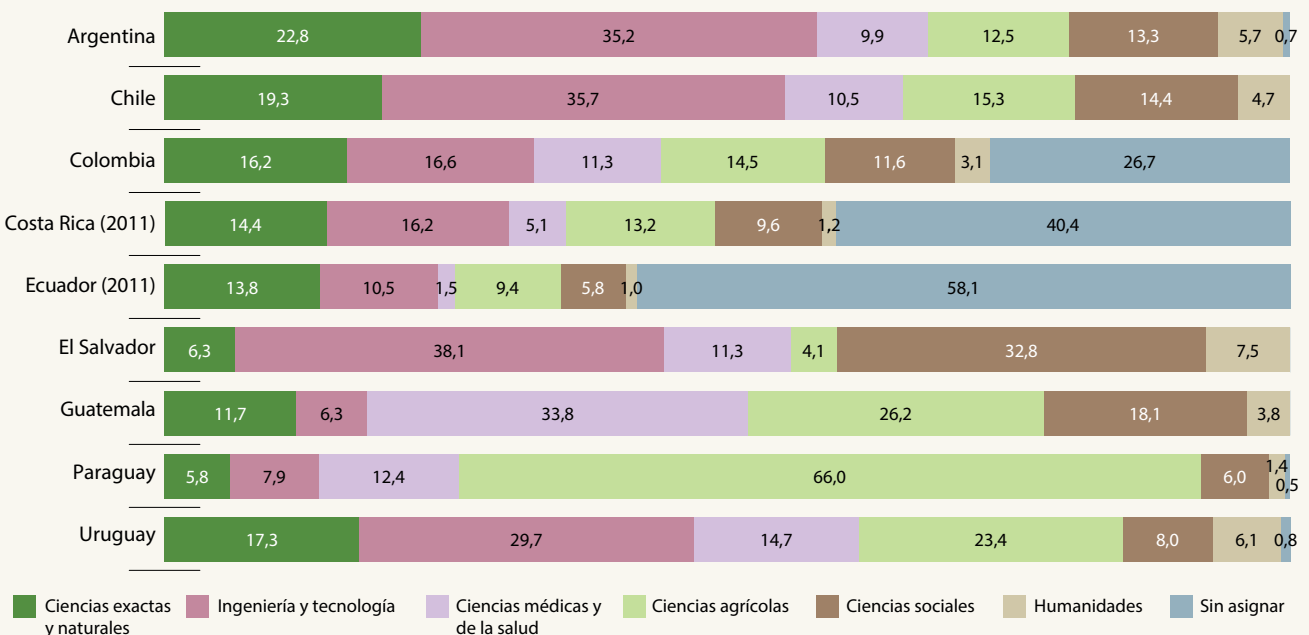
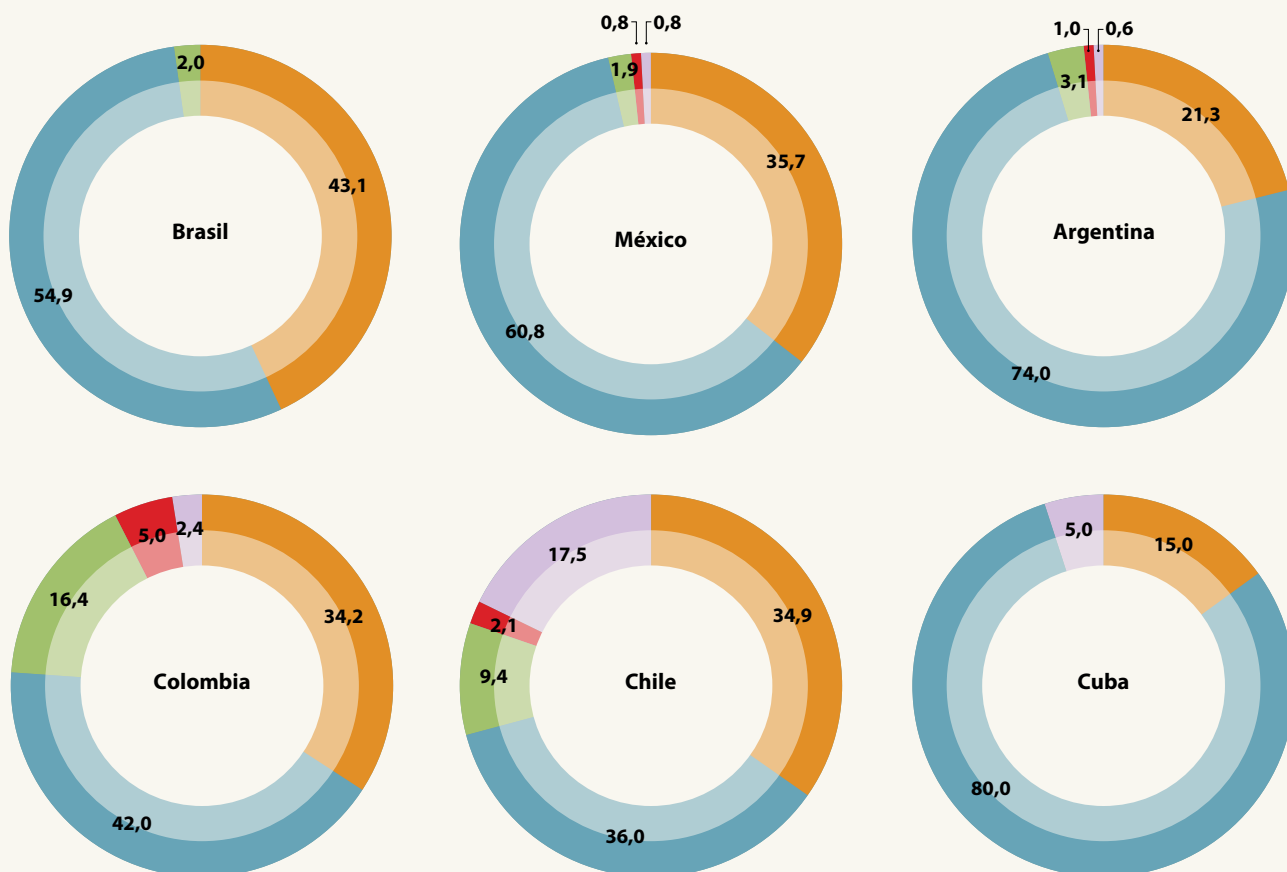


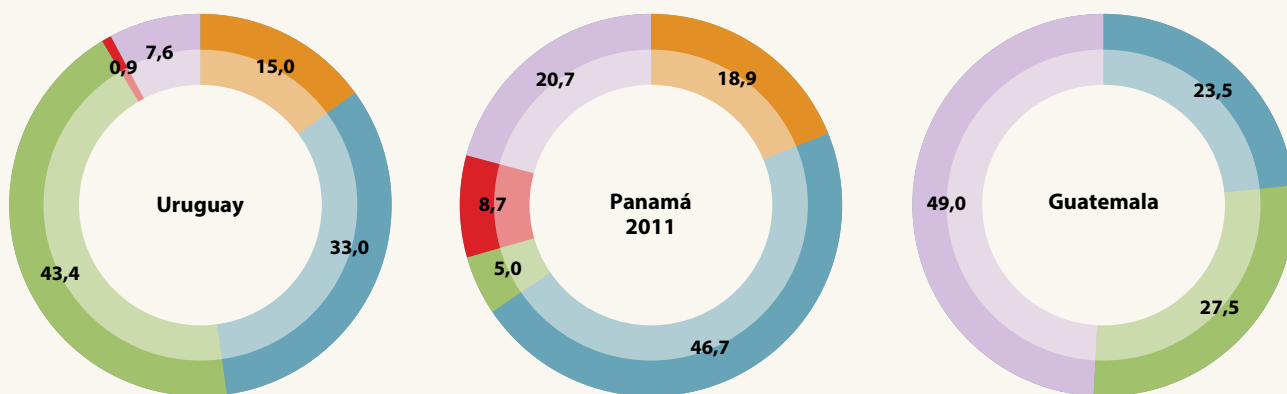
Gráfico 7.7 (continuación)

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

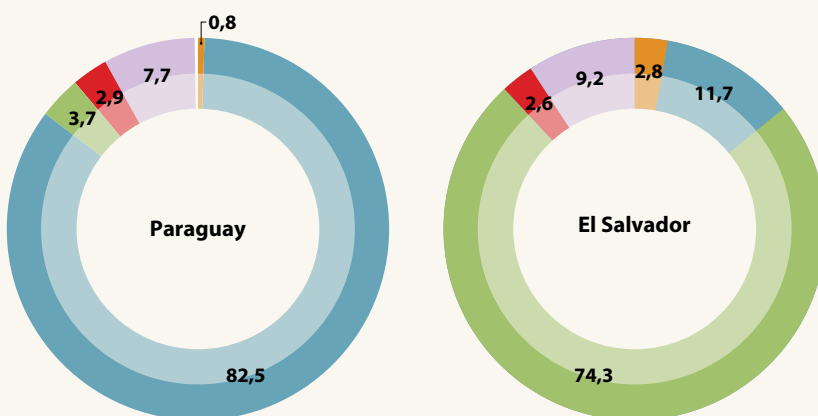
GBID por fuente de los fondos, 2012 (%), países dispuestos en orden descendente de GBID por volumen (dólares estadounidenses en PPA)



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*”¹⁰.

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

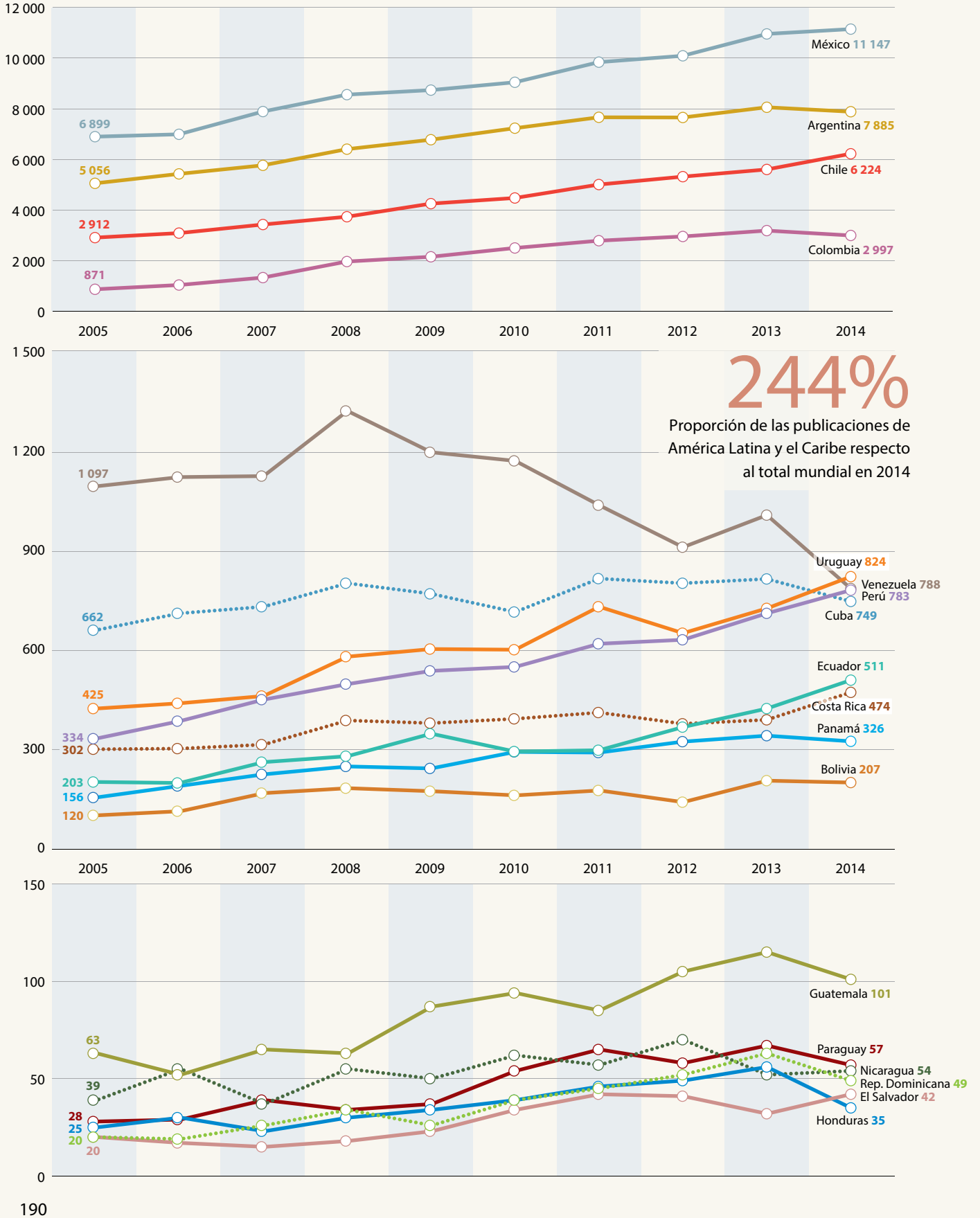
En lo que atañe a la evolución del volumen de publicaciones en el Brasil, véase el gráfico 8.9.

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

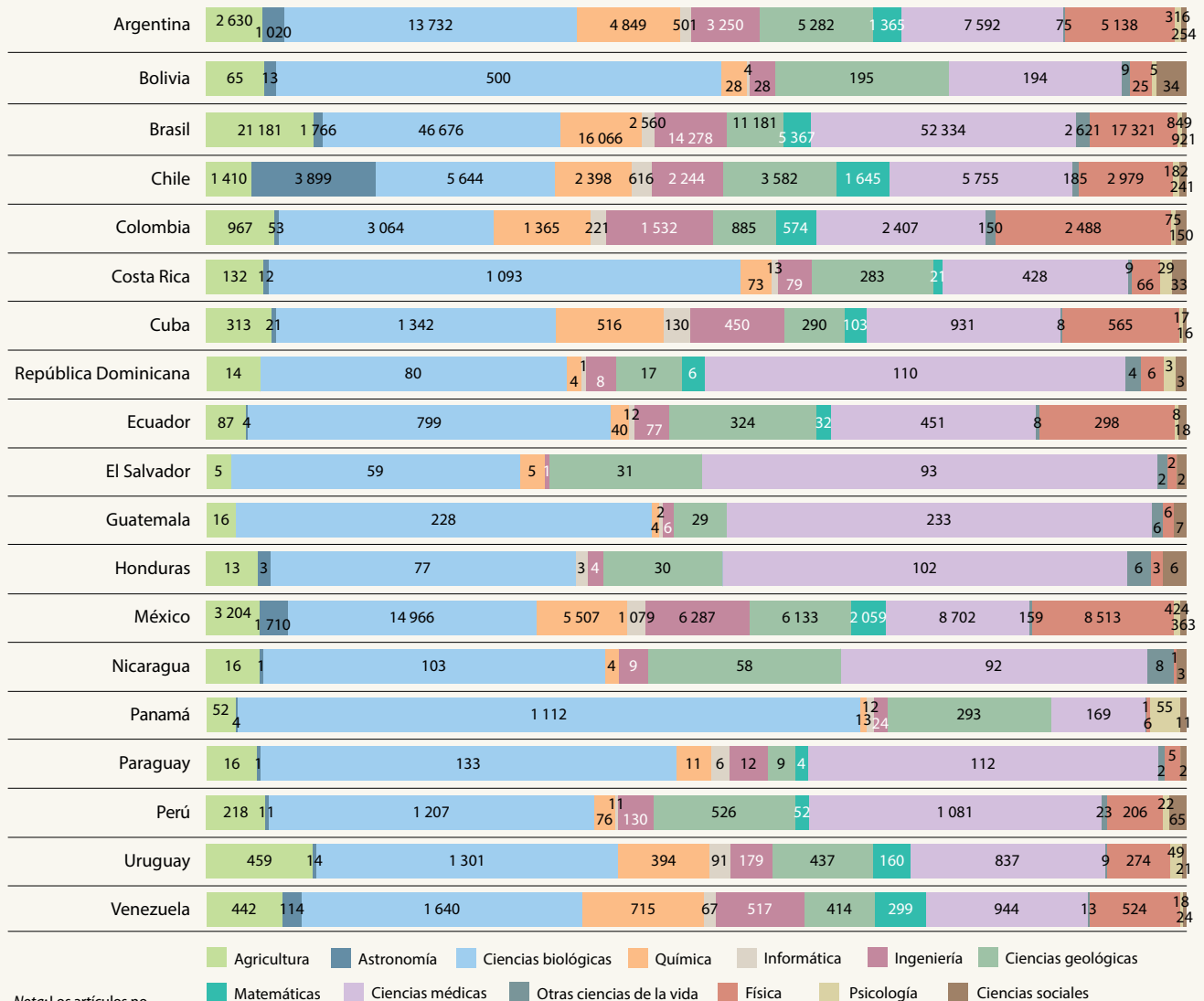


244%

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

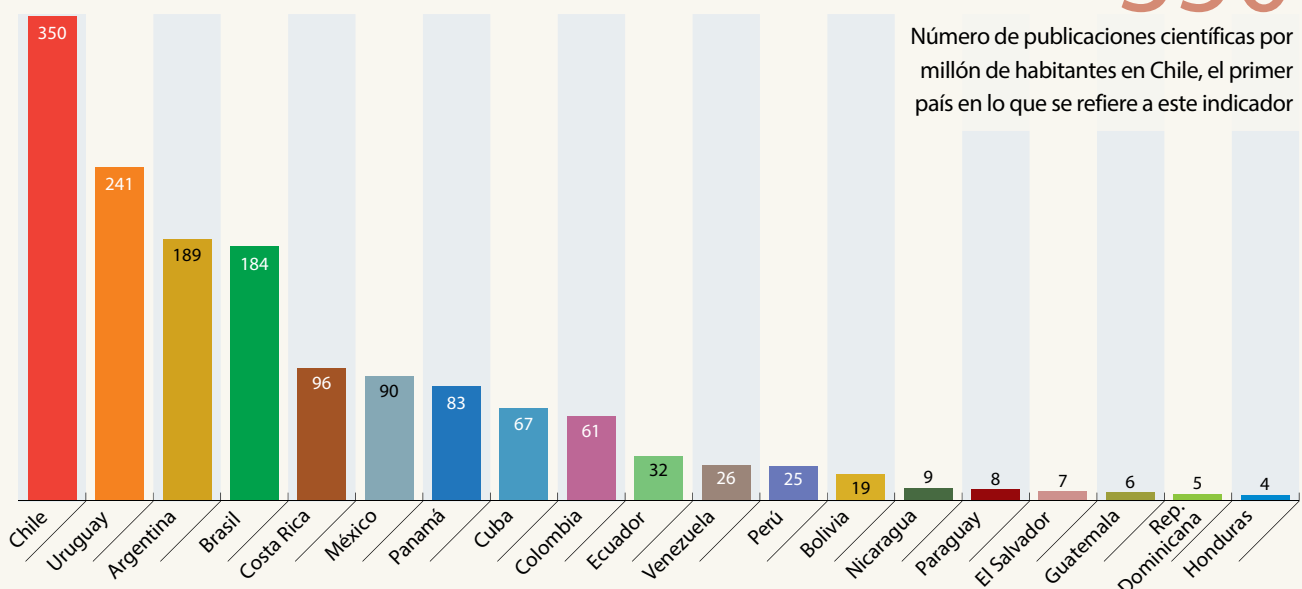
Totales acumulados por campo, 2008-2014



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



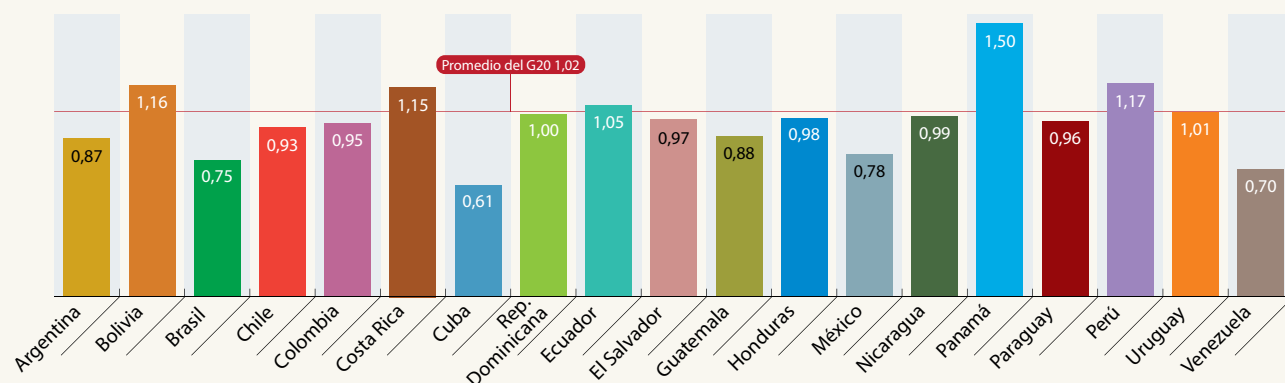
350

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)

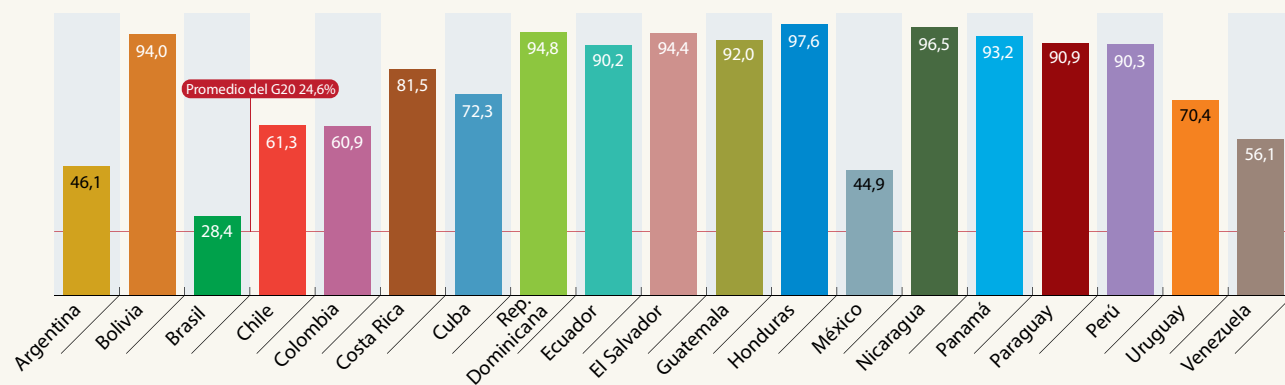
Los países con una producción modesta registran la tasa promedio de citas más elevada

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 ^{er} colaborador	2 ^o colaborador	3 ^{er} colaborador	4 ^o colaborador	5 ^o colaborador
Argentina	EE. UU. (8 000)	España (5 246)	Brasil (4 237)	Alemania (3 285)	Francia (3 093)
Bolivia	EE. UU. (425)	Brasil (193)	Francia (192)	España (187)	Reino Unido (144)
Brasil	EE. UU. (24 964)	Francia (8 938)	Reino Unido (8 784)	Germany (8 054)	España (7 268)
Chile	EE. UU. (7 850)	España (4 475)	Alemania (3 879)	Francia (3 562)	Reino Unido (3 443)
Colombia	EE. UU. (4 386)	España (3 220)	Brasil (2 555)	Reino Unido (1 943)	Francia (1 854)
Costa Rica	EE. UU. (1 169)	España (365)	Brasil (295)	México (272)	Francia (260)
Cuba	España (1 235)	México (806)	Brasil (771)	EE. UU. (412)	Alemania (392)
Rep. Dominicana	EE. UU. (168)	Reino Unido (52)	México (49)	España (45)	Brasil (38)
Ecuador	EE.UU. (1 070)	España (492)	Brasil (490)	Reino Unido (475)	Francia (468)
El Salvador	EE. UU. (108)	México (45)	España (38)	Guatemala (34)	Honduras (34)
Guatemala	EE. UU. (388)	México (116)	Brasil (74)	Reino Unido (63)	Costa Rica (54)
Honduras	EE. UU. (179)	México (58)	Brasil (42)	Argentina (41)	Colombia (40)
México	EE. UU. (12 873)	España (6 793)	Francia (3 818)	Reino Unido (3 525)	Alemania (3 345)
Nicaragua	EE. UU. (157)	Suecia (86)	México (52)	Costa Rica (51)	España (48)
Panamá	EE. UU. (1 155)	Alemania (311)	Reino Unido (241)	Canadá (195)	Brasil (188)
Paraguay	EE.UU. (142)	Brasil (113)	Argentina (88)	España (62)	Uruguay/Perú (36)
Perú	EE. UU. (2 035)	Brasil (719)	Reino Unido (646)	España (593)	Francia (527)
Uruguay	EE. UU. (854)	Brasil (740)	Argentina (722)	España (630)	Francia (365)
Venezuela	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
América Latina				
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)¹¹. 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.

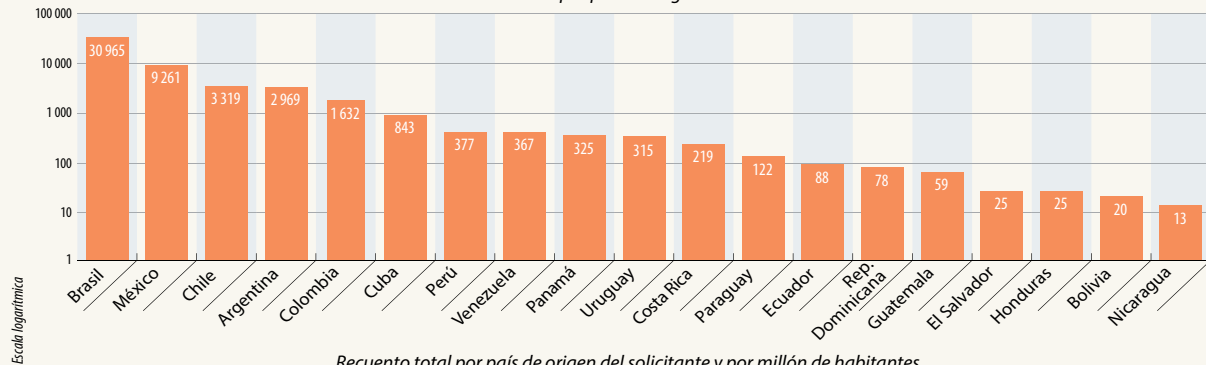
Según Crespi *et al.* (2014), el rendimiento privado de la innovación en América Latina depende del tipo de esta, siendo superior en el caso de la innovación asociada a los productos que en el de la vinculada a los procesos (véase asimismo el capítulo 2). Lo mismo puede decirse de los efectos indirectos, 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).

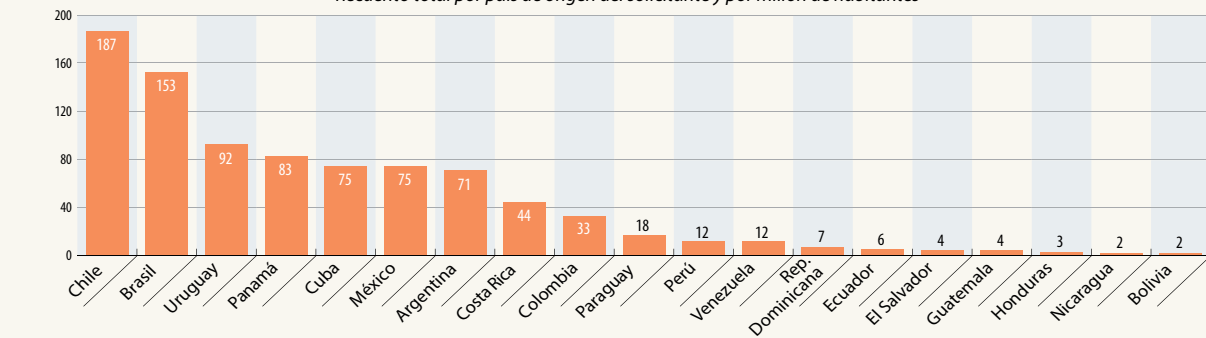
INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

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

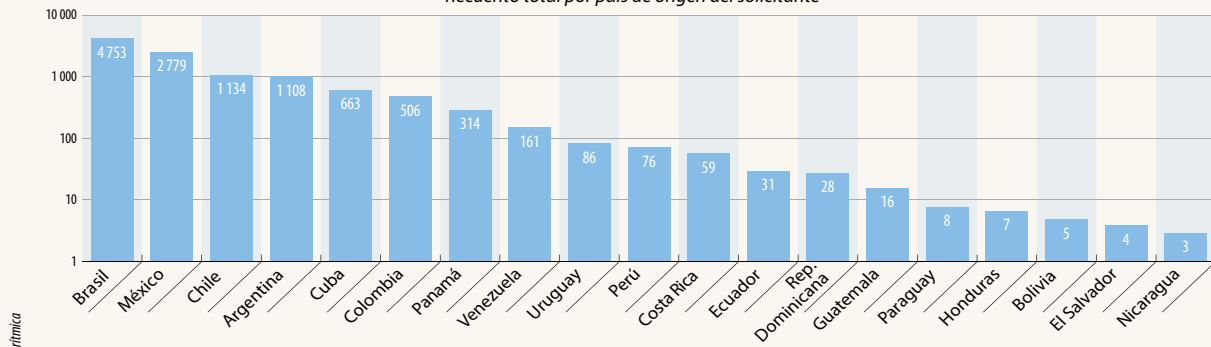
Número total de solicitudes de patentes, inscripciones directas y en fase nacional mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes
Recuento total por país de origen del solicitante



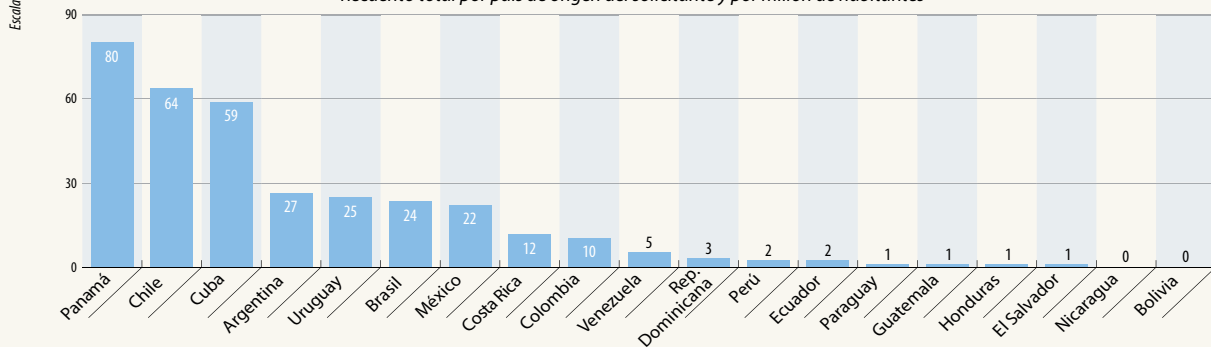
Recuento total por país de origen del solicitante y por millón de habitantes



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 innovación¹².

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 MERCOSUR¹³. 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 meses¹⁴. 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 m² de nuevos laboratorios, con otros 50 000 m² 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.

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 última¹⁵ 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.



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.

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

Argentina	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%)
Bolivia	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%)
Chile	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%)
Colombia	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%)
Cuba	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%)
República Dominicana	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%)
Ecuador	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%)
Guatemala	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%)	
México	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%)
Perú	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%)
Venezuela	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 tecnológicos¹⁶ 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.