

La industria debe integrar la innovación para seguir siendo competitiva a escala internacional.

Renato Hyuda de Luna Pedrosa y Hernan Chaimovich



Este laboratorio utiliza la desalinización para transformar el agua del océano en agua potable. Está situado en Bertiooga, en el estado de São Paulo.

Fotografía: © Paulo Whitaker/Reuters

8 · Brasil

Renato Hyuda de Luna Pedrosa y Hernan Chaimovich

INTRODUCCIÓN

La recesión económica podría poner en peligro los avances recientes

La economía del Brasil ha experimentado una notable desaceleración desde 2011, después de casi una década de crecimiento y una recuperación de corta duración en 2010 tras la crisis financiera mundial de 2008-2009 (gráfico 8.1). Esta desaceleración económica la desencadenó una mayor debilidad de los mercados internacionales de materias primas, de los que el Brasil depende en gran medida, combinada con los efectos perversos de las políticas económicas diseñadas para potenciar el consumo. Estos últimos provocaron en última instancia que el gasto público superara a los ingresos por un amplio margen: en 2014, el Brasil registró un déficit primario de más del 0,5% del PIB por primera vez en 16 años que ha contribuido a elevar las tasas de inflación anual a una proporción por encima del 6% desde 2013. La economía del Brasil se estancó en 2014 (0,1% de crecimiento del PIB), y las perspectivas son aún peores para 2015; así, el Ministerio de Hacienda previó en abril de este año que la economía se contraería en un 0,9%.

Desde su reelección en noviembre de 2014, la Presidenta Dilma Rousseff ha revisado las políticas macroeconómicas nacionales. El nuevo Ministro de Hacienda, Joaquim Levy, ha adoptado o propuesto una serie de medidas dirigidas a reducir el gasto y a aumentar los ingresos fiscales, con el

objetivo de obtener un superávit primario del 1,2% en 2015¹. Las tasas de interés se han elevado en dos ocasiones desde las elecciones de noviembre (hasta el 12,75%) para tratar de frenar la inflación, que alcanzó el 8,1% en el período de 12 meses que terminó en marzo de 2015. Para empeorar las cosas, Petrobras, la gigantesca compañía petrolera controlada por el Estado, lucha actualmente contra una crisis vinculada a una gestión deficiente y un escándalo de corrupción relacionado con sobornos. Este último ha adoptado un giro en el terreno político, con la implicación de varias figuras destacadas en ese ámbito. A finales de abril de 2015, Petrobras publicó finalmente su informe anual para 2014, en el que reconoció pérdidas de más de 50 000 millones de reales (en torno a 15 700 millones de dólares estadounidenses), de los que 6 000 millones estaban relacionados con el escándalo de corrupción.

En este contexto económico y político, el Brasil se afana por mantener el impulso de las reformas de su sistema nacional de innovación, incluidas las que atañen a las políticas sociales.

La inclusión social avanza más lentamente

La recesión de la economía comienza socavar la inclusión social, que había constituido una de las historias de éxito del

¹ Dadas las dificultades para obtener el apoyo del Congreso a las políticas fiscales propuestas por el Ministro Levy, el objetivo del superávit primario se redujo al 0,15% del PIB en julio de 2015. Las previsiones recientes sitúan la contracción del PIB en un 1,5% o más para 2015.

Gráfico 8.1: PIB por habitante y tasa de crecimiento del PIB del Brasil, 2003-2013



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

INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Brasil, especialmente durante el auge de las materias primas hasta 2010, cuando el país logró eliminar lo esencial el hambre y la pobreza extrema y, de este modo, reducir la brecha de los ingresos. Entre 2005 y 2013, las tasas de desempleo descendieron del 9,3% al 5,9% de la población.

Datos más recientes indican que este ciclo de crecimiento puede encontrarse ya en su etapa final. Según el Panorama Social de América Latina publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL, 2014a), el Brasil redujo las tasas de pobreza en un tercio entre 2003 y 2008, pero el avance se ralentizó de 2008 a 2012, y se estancó en 2013. Los datos preliminares sugieren incluso que la pobreza extrema puede haber recuperado algún terreno, ya que afectó al 5,9% de la población en 2013, frente al 5,4% del ejercicio anterior. A pesar de haber logrado reducir las tasas de pobreza con mayor rapidez que el resto de América Latina, el Brasil sigue a la zaga de los líderes de la región en lo que respecta a este indicador, a saber, el Uruguay, la Argentina y Chile (CEPAL, 2014a).

Estancamiento de la productividad laboral en el Brasil

Otro estudio reciente (CEPAL, 2014b) indica que el mayor gasto social realizado por los gobiernos en América Latina no ha logrado traducirse en una subida de la productividad laboral, contrariamente a lo observado en los países de renta alta. La notable excepción la constituye Chile, cuya productividad laboral casi se duplicó entre 1980 y 2010.

Si comparamos al Brasil con otras economías emergentes, la experiencia brasileña es similar a la de la Federación

de Rusia y Sudáfrica, donde la productividad del trabajo se ha estancado desde 1980. China y la India, por otra parte, han mejorado notablemente en este terreno durante la última década, en particular, aunque partían de unos valores bajos (Heston *et al.*, 2012).

Ni siquiera el auge de las materias primas entre 2004 y 2010 consiguió marcar diferencias. Parte de la explicación del mal desempeño del Brasil incluso durante este ciclo de crecimiento radica en el hecho de que la mayor parte del crecimiento económico a lo largo de estos años provino del sector de los servicios: como este requiere de menos destrezas, la productividad media de los empleados cayó en la práctica.

El Gobierno ha emprendido diversas políticas con las que se procura, indirectamente, elevar la productividad laboral. El Plan nacional de educación de 2011-2020 formula incentivos para el desarrollo de la formación básica y profesional: los nuevos programas establecidos en 2011 financian la formación profesional de trabajadores de baja cualificación, y ofrecen becas para la enseñanza terciaria. Las reformas duales de los sistemas de pensiones públicas y de seguros de desempleo en 2012, junto con una reducción de la carga fiscal sobre el trabajo, se han diseñado para animar a la población a trabajar en el sector económico formal, que propicia más la innovación que el sector informal (OCDE, 2014). Sin embargo, parece haber pocas políticas públicas significativas, si acaso existe alguna, diseñadas específicamente para ayudar a las empresas brasileñas a ponerse a la altura de sus competidores en la vanguardia de la tecnología. Puesto que los niveles de productividad son indicativos de la tasa de absorción y generación de innovaciones, los bajos

Recuadro 8.1: El Instituto de Matemática Pura y Aplicada del Brasil

El Instituto de Matemática Pura y Aplicada (IMPA) en Río de Janeiro se creó en 1952 como parte del Consejo Nacional de Investigación del Brasil (CNPq). Desde un principio, la misión de IMPA consistió en llevar a cabo estudios matemáticos de alto nivel, formar a jóvenes investigadores, y difundir el conocimiento matemático en la sociedad brasileña.

Desde 1962, el programa de titulaciones del IMPA ha concedido más de 400 doctorados, y el doble de licenciaturas. En torno a la mitad de su alumnado procede del extranjero, fundamentalmente de otros países

latinoamericanos. Entre los 50 miembros del claustro de profesores también figuran ciudadanos de 14 países.

En 2000, el IMPA obtuvo el estatuto de organización social, con el fin de posibilitar una gestión más ágil y flexible de los recursos, y de otorgar mayor autonomía en la contratación de investigadores y en el desarrollo de la carrera profesional.

Desde entonces, el IMPA ha participado en la organización de la Olimpiada Matemática del Brasil para escuelas públicas, y en la formación de profesores de enseñanza secundaria.

En 2014, el Instituto se unió al grupo exclusivo de instituciones con un ganador de la medalla Fields en su plantilla, en concreto, Ártur Avila, que obtuvo su doctorado en el IMPA en 2001 y ha sido miembro permanente del claustro de profesores desde 2009. Avila es el único galardonado con dicha distinción hasta la fecha cuya formación se ha impartido enteramente en un país en desarrollo.

El IMPA y la Sociedad Matemática del Brasil organizarán el Congreso Internacional de Matemáticos en 2018.

Fuente: www.icm2018.org.

Recuadro 8.2: El Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales del Brasil

El Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales (CNPEM) es la organización social más antigua del Brasil. Dirige laboratorios nacionales en las áreas de las ciencias biológicas, la nanotecnología y el bioetanol.

Gestiona asimismo la única fuente de radiación sincrotrón de América Latina, que lleva funcionando desde finales del decenio de 1990. La fuente y la línea de luz se diseñaron e instalaron utilizando la tecnología desarrollada en el propio centro.

El CNPEM participa actualmente en el desarrollo y la construcción de un nuevo sincrotrón competitivo a escala

internacional, denominado Sirius. Dispondrá de un máximo de 40 líneas de luz, y será uno de los primeros sincrotrones de cuarta generación del mundo. Este proyecto de 585 millones de dólares estadounidenses constituirá la mayor infraestructura jamás construida para la ciencia y la tecnología en el Brasil. Se utilizará en proyectos de I+D de América Latina derivados de las actividades del ámbito académico, institutos de investigación y empresas privadas y públicas.

Las aplicaciones industriales típicas de este equipo comprenderán el desarrollo de vías para descomponer los asfaltenos y permitir

el bombeo de aceite de alta viscosidad; explicar el proceso elemental de catálisis en la producción de hidrógeno a partir de etanol; entender la interacción entre plantas y patógenos para controlar las enfermedades de los cítricos; y analizar el proceso molecular que cataliza la hidrólisis de celulosa en la producción de etanol de segunda generación.

Esta iniciativa la ha hecho posible la estructura del CNPEM como organización social, una condición que le confiere autonomía en la gestión de proyectos.

Fuente: Autores.

niveles de productividad del Brasil sugieren que este país no ha logrado aprovechar la innovación para potenciar el crecimiento económico².

TENDENCIAS EN LA GOBERNANZA DE LA CTI

Organizaciones sociales más flexibles que reducen la burocracia

Las universidades y los institutos de investigación pública del Brasil se atienen a reglas rígidas que tienden a convertirlos en entidades muy difíciles de gestionar. Los estados pueden optar por desarrollar sus propios sistemas de institutos de investigación y universidades, pero, dado que todas las leyes y reglamentos se adoptan a escala federal, todas las instituciones deben seguir las mismas normas y disposiciones. Así, todos se acaban enfrentando a los mismos obstáculos, entre los que figuran unas amplias estructuras burocráticas; la obligación de contratar personal, académico o de otro tipo, entre los funcionarios públicos; los sistemas análogos de escalas profesionales y salarios; un flujo irregular de fondos; unos procedimientos de contratación excesivamente complejos; y unos sindicatos poderosos de la función pública.

En 1998 se desarrolló una alternativa estructural, con la creación de organizaciones sociales. Estas entidades privadas y sin ánimo de lucro gestionan las instalaciones públicas dedicadas a la investigación, sujetas a contratos con agencias

federales. Cuentan con autonomía para reclutar (o despedir) a personal, contratar servicios, adquirir equipos, elegir los temas y objetivos de los estudios científicos o tecnológicos, y suscribir contratos de I+D con empresas privadas. La flexibilidad otorgada a estas organizaciones sociales y su estilo de gestión las han convertido en una historia de éxito en la ciencia brasileña. Actualmente, existen seis organizaciones de este tipo:

- El Instituto de Matemática Pura y Aplicada (IMPA, recuadro 8.1);
- El Instituto para el Desarrollo Sostenible de la Selva Amazónica (IDSM);
- El Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales (CNPEM, recuadro 8.2);
- El Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE);
- La Red Nacional de Enseñanza e Investigación (RNP); y
- La incorporación más reciente, la Empresa Brasileña de Investigación e Innovación Industrial (Embrapii), creada por el gobierno federal a finales de 2013, con el fin de estimular la innovación mediante un sistema de convocatoria de propuestas. Únicamente las instituciones y empresas consideradas elegibles pueden responder a estas convocatorias, agilizando así el proceso en su conjunto y ofreciendo a los solicitantes una mayor oportunidad de éxito. Embrapii deberá someterse a evaluación a finales de 2015.

2. La relación entre innovación y desarrollo económico, incluida la productividad, se ha situado en el centro de la teoría económica y los estudios empíricos modernos sobre desarrollo. Es posible consultar un acertado análisis a este respecto en Aghion y Howitt (1998).

INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

En las postrimerías de la década de 1990, a medida que se afianzaban las reformas económicas, se adoptaron diversas leyes encaminadas a fomentar la I+D privada. Podría decirse que el hito más importante lo constituyó la Ley nacional de innovación. Poco después de su aprobación en 2006, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación publicó un Plan de acción para la ciencia, la tecnología y la innovación (MoSTI, 2007), en el que se establecen cuatro objetivos fundamentales para su consecución en 2010 a más tardar, como se describe en el *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia* de 2010:

- Elevar el gasto interno bruto en I+D (GBID) del 1,02% al 1,50% del PIB;
- Aumentar el gasto de las empresas en I+D del 0,51% al 0,65% del PIB;
- Ampliar el número de becas (de todos los niveles) concedidas por las dos agencias federales, el Consejo Nacional de Investigación (CNPq) y la Fundación para la Coordinación de la Capacitación del Personal de Educación Superior (Capes), de 100 000 a 150 000; y
- Promover la CyT para el desarrollo social mediante el establecimiento de 400 centros de formación profesional y 600 nuevos centros de aprendizaje a distancia, ampliando la Olimpiada Matemática a 21 millones de participantes y otorgando 10 000 becas en la enseñanza secundaria.

En 2012, el GBID se situó en el 1,15% del PIB, y el gasto de las empresas en I+D, en el 0,52% del PIB. Por tanto, no se ha alcanzado ninguno de estos objetivos. En lo que atañe a las becas de estudios superiores, CNPq y Capes alcanzaron fácilmente el objetivo respecto a los doctorados (31 000 en 2010 y 42 000 en 2013), pero no lo lograron en el caso de las becas de estudios superiores en su conjunto (141 000 para 2010). El objetivo del *Plan nacional de educación superior 2005-2010* consistía en la concesión de 16 000 doctorados para el final del período considerado. Dado que el número real de doctorados otorgados se situó en 11 300 en 2010, y en menos de 14 000 en 2013, tampoco se alcanzó este objetivo, a pesar de que en 2013 se concedieron casi 42 000 becas federales de doctorado.

Por otro lado, los objetivos relacionados con el fomento de una cultura científica popular se han alcanzado en parte. Por ejemplo, en 2010, más de 19 millones de estudiantes participaron en la Olimpiada Matemática Brasileña para Escuelas Públicas, por encima de los 14 millones de 2006. Sin embargo, desde entonces, la cifra de participantes ha tendido a estancarse. Hasta 2011, parecía que los objetivos respecto al aprendizaje a distancia y la formación profesional podrían alcanzarse, pero se han registrado pocos avances desde entonces.

La Cuarta³ Conferencia Nacional sobre Ciencia y Tecnología (2010) sentó las bases del *Plan nacional de educación superior 2010-2015*, y estableció las directrices relativas a la orientación de la I+D hacia la reducción de las desigualdades regionales y sociales; al aprovechamiento del capital natural del país de un modo sostenible; a la elevación del valor añadido en la fabricación y las exportaciones a través de la innovación; y a la consolidación del papel internacional del Brasil.

Las propuestas presentadas en esta Cuarta Conferencia se presentaron en un *Libro Azul* que sirvió como base para la elaboración de objetivos en el marco de un plan cuatrienal denominado *Brasil Maior* (Un Brasil más grande). La puesta en marcha de este Plan coincidió con el inicio del Gobierno de Rousseff en enero de 2011. Entre los objetivos de *Brasil Maior* hasta 2014 figuran:

- Aumentar el nivel de inversión en capital fijo del 19,5% en 2010 al 22,4% del PIB;
- Elevar el gasto de las empresas en I+D del 0,57% en 2010 al 0,90% del PIB;
- Ampliar la proporción de la población activa que ha completado estudios de enseñanza secundaria del 54% al 65%;
- Incrementar la proporción de empresas con un uso intensivo de conocimientos del 30,1% al 31,5% del total;
- Aumentar el número de pequeñas y medianas empresas (PYME) innovadoras de 37 000 a 58 000;
- Diversificar las exportaciones y aumentar la participación del país en el comercio mundial del 1,36% al 1,60%; y
- Ampliar el acceso a Internet de banda ancha fija de 14 millones a 40 millones de hogares.

El único avance tangible hasta la fecha se refiere al último objetivo. En diciembre de 2014, casi 24 millones de hogares (36,5%) disponían de acceso a Internet de banda ancha fija. La inversión en capital fijo se ha reducido en realidad hasta el 17,2% del PIB (2014); el gasto de las empresas ha retrocedido hasta el 0,52% del PIB (2012); y la participación brasileña en las exportaciones mundiales ha descendido al 1,2% (2014); paralelamente, el Brasil ha bajado tres puestos en la clasificación mundial por volumen total de exportaciones, hasta el lugar 25º. El número de adultos jóvenes que completan sus estudios de enseñanza secundaria no ha aumentado, ni su participación en el mercado laboral. Examinaremos los motivos de estas tendencias en las páginas siguientes.

3. La primera se celebró en 1985, tras el retorno al gobierno civil, con el fin de establecer el mandato del nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología. La segunda conferencia tuvo lugar en 2001. La tercera, en 2005, sentó las bases del *Plan de Acción para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* (2007).

Recuadro 8.3: Ciencia sin Fronteras

“Ciencia sin Fronteras” es una iniciativa conjunta del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y del Ministerio de Educación, a través de sus respectivas agencias de financiación, el CNPq y Capes.

El programa se anunció a principios de 2011, y comenzó a enviar a sus primeros alumnos al extranjero ese mismo año.

A finales de 2014 había enviado más de 70.000 estudiantes al exterior, principalmente a Europa, los Estados Unidos de América y el Canadá. Más del 80% de estos alumnos son universitarios que permanecen en universidades extranjeras períodos de hasta un año.

Los estudiantes matriculados en programas de doctorado en el Brasil también tienen derecho a pasar hasta un año ampliando sus actividades de investigación en una institución en el extranjero.

Otros grupos destinatarios son los alumnos matriculados en programas completos de doctorado en el extranjero y de postdoctorado, así como un reducido número de profesores universitarios invitados y miembros jóvenes del claustro. Los investigadores empleados por empresas privadas también pueden formular su solicitud para recibir formación especializada en el extranjero.

El programa pretende asimismo atraer a jóvenes investigadores del extranjero que deseen establecerse en el Brasil o crear asociaciones con investigadores brasileños en las áreas prioritarias del programa, a saber:

- Ingeniería;
- Ciencias puras y naturales;
- Ciencias de la salud y biomédicas;
- TIC;
- Ingeniería aeroespacial;
- Productos farmacéuticos;

- Producción agraria sostenible;
- Petróleo, gas y carbón;
- Energías renovables;
- Biotecnología;
- Nanotecnología y nuevos materiales;
- Tecnología para la prevención y la atenuación de catástrofes naturales;
- Biodiversidad y bioprospección;
- Ciencias marinas;
- Minerales;
- Nuevas tecnologías para la ingeniería de construcción; y
- Formación de personal técnico.

El impacto de esta experiencia en los sistemas brasileños de investigación y enseñanza superior no se ha evaluado aún. En septiembre de 2015, se decidió no extender el programa Ciencia sin Fronteras más allá de 2015.

Fuente: Autores.

Otro programa que no tiene nada que ver con *Brasil Maior* ha atraído la mayor atención de las autoridades, y ha recibido una generosa porción de los fondos federales para I+D. Ciencia sin Fronteras se puso en marcha en 2011 con el objetivo de enviar a 100 000 estudiantes universitarios al extranjero a finales de 2015 (recuadro 8.3).

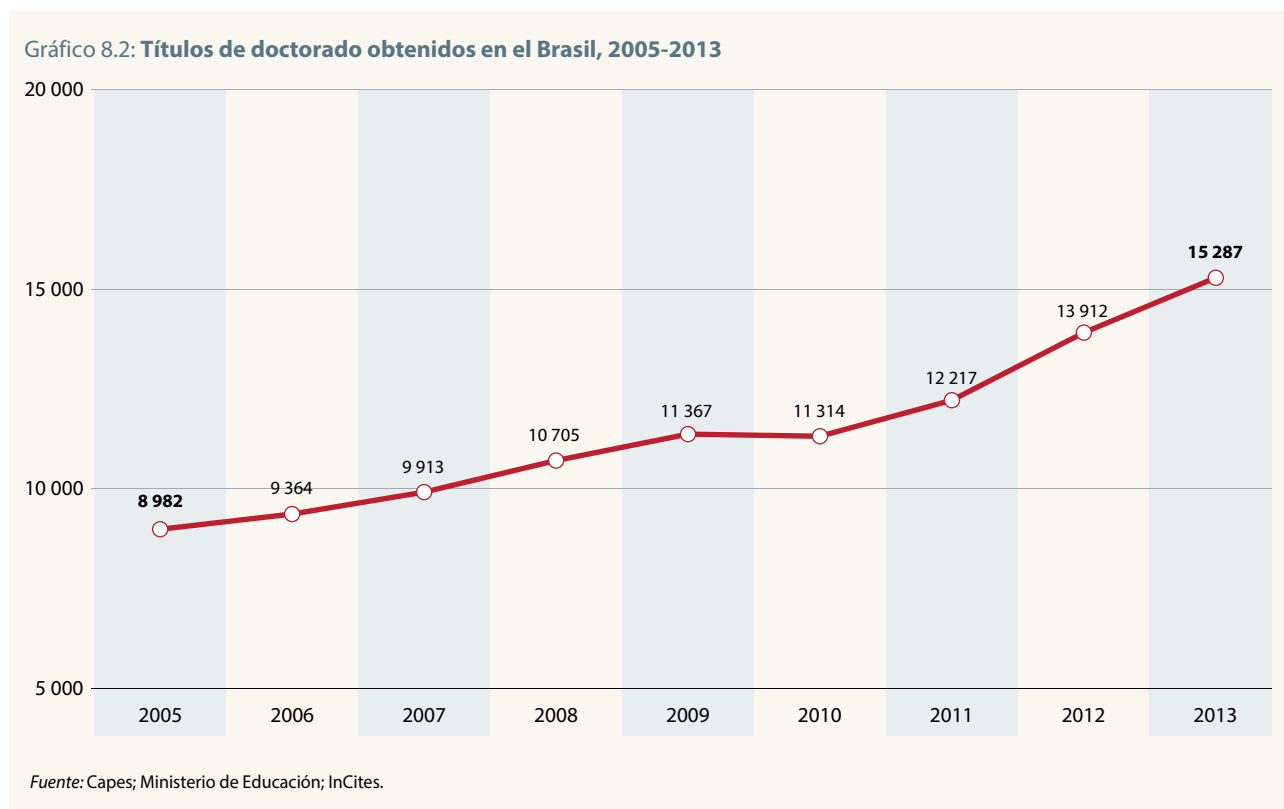
TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR

Ralentización de la matriculación privada después de años de rápido crecimiento

La enseñanza superior ha registrado tasas de crecimiento muy elevadas desde la puesta en marcha del programa de estabilización económica en la segunda mitad del decenio de 1990. Tal crecimiento ha resultado muy evidente en el ámbito de las matriculaciones universitarias, con una notable ampliación del alumnado en 1,5 millones de estudiantes desde 2008. En torno a las tres cuartas partes de los alumnos de estudios de pregrado (7,3 millones en 2013) se encuentran

matriculados en instituciones privadas. Estas últimas suelen ser entidades docentes, con algunas excepciones, como la red de universidades católicas y un puñado de instituciones sin ánimo de lucro que imparten formación en economía y administración, como la Fundación Getulio Vargas. En torno a la mitad del crecimiento de la enseñanza terciaria privada puede atribuirse a programas de aprendizaje a distancia, una nueva tendencia en la educación superior en el Brasil.

Las subvenciones federales financiaron unos dos millones de préstamos de estudios en 2014. A pesar de estas ayudas, el crecimiento de la matriculación en instituciones privadas de enseñanza superior parece ir reduciéndose, quizá como consecuencia de la desaceleración económica y de una menor disposición a contraer deudas. Únicamente se habían renovado 1,2 millones de préstamos hasta marzo de 2015, un mes después del inicio del nuevo curso académico. A pesar de que los estudiantes obtuvieron 730 000 nuevos préstamos en 2014, el Ministerio de Educación prevé que esta cifra se reducirá a 250 000 en 2015.



En el sector público, el Programa de Reestructuración y Expansión de las Universidades Federales (Reuni)⁴ dio lugar a que el número de universidades públicas e institutos politécnicos creciera en torno al 25%, y a que la cifra de alumnos se elevara en un 80% (de 640 000 a 1 140 000) entre 2007 y 2013. La enseñanza de posgrado también prosperó en las universidades públicas, donde el número de doctorados otorgados entre 2008 y 2012 se elevó en un 30% (gráfico 8.2).

La calidad de la enseñanza importa más que la duración

Elevar la productividad laboral exige un aumento de la inversión de capital y/o la adopción de nuevas tecnologías. La creación, el desarrollo y la incorporación de tales tecnologías requieren de una población activa cualificada, incluida la formación en ciencias de aquéllos que intervienen más intensamente en el proceso de innovación. Incluso en el caso del sector servicios, que genera actualmente en torno al 70% del PIB del Brasil, una población activa mejor formada propiciará la consecución de mejoras de la productividad significativas.

Por tanto, reviste una importancia estratégica para el país que se eleve el nivel educativo del adulto medio. La calidad de la educación parece ser muy baja, a juzgar por los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés). En los

exámenes PISA de 2012, los alumnos brasileños de 15 años de edad obtuvieron como promedio, aproximadamente, una desviación estándar (100 puntos) por debajo de la media de la OCDE en matemáticas, a pesar de que los jóvenes del Brasil habían registrado los mayores avances en matemáticas de cualquier país entre 2003 y 2012⁵. Los adolescentes brasileños también obtuvieron puntuaciones relativamente pobres en lectura y ciencia.

Un estudio reciente en el que se utilizaron evaluaciones internacionales de resultados del aprendizaje, y datos económicos correspondientes a una gran muestra de países a lo largo de cuatro décadas (1960-2000) ha establecido que no es el número de años de educación formal lo que importa para el crecimiento económico, sino lo bien que esa formación haya dado lugar al desarrollo de las capacidades requeridas (Hanusheck y Woessmann, 2012). Utilizando las puntuaciones de PISA como valor aproximado para determinar las destrezas de la población joven adulta, los autores concluyen que, por cada 100 puntos, la tasa promedio anual de crecimiento económico por habitante aumenta en torno a 2 puntos porcentuales.

El Brasil acaba de promulgar una nueva Ley nacional de educación que establece diversos objetivos para 2024. Una de ellos consiste en alcanzar un resultado de 473 puntos en

4. Véase: <http://reuni.mec.gov.br/>.

5. Véase: www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf.

PISA para 2024. Si el pasado reciente puede servir de guía, es posible que dicho objetivo siga siendo difícil de alcanzar: entre 2000 y 2012, el resultado de los participantes brasileños aumentó en torno a dos puntos al año, como promedio, en matemáticas, ciencia y lectura; a este ritmo, el Brasil no alcanzará los 473 puntos hasta 2050.

La calidad no es el único aspecto de la educación básica que debe atraer la atención de los responsables de la formulación de políticas: el número de titulados de enseñanza secundaria se ha estancado desde principios de la década de 2000 en unos 1,8 millones al año, a pesar de los esfuerzos para ampliar el acceso. Esto significa que sólo la mitad de la población objetivo se gradúa en la escuela secundaria, lo que representa una tendencia que limita la expansión ulterior de la enseñanza superior. Muchos de los 2,7 millones de estudiantes admitidos a la universidad en 2013 eran adultos que retomaron sus estudios para obtener un título, y que representan una fuente de demanda que probablemente no dará mucho más de sí. Incluso la proporción relativamente pequeña de la población capaz de obtener un título universitario (actualmente, en torno al 15% de la población adulta joven) no adquiere competencias de alto nivel ni conocimientos relacionados con los contenidos, como demuestran los resultados del Sistema Nacional de Evaluación de la Enseñanza Superior (Pedrosa *et al.*, 2013).

Una iniciativa federal para fomentar el trabajo cualificado es la de Pronatec, un programa emprendido en 2011 para la educación técnica y profesional de nivel secundario. Según los datos de la Administración, más de 8 millones de personas se han beneficiado ya del programa. Este impresionante panorama lo empañan en cierta medida las afirmaciones cada vez más extendidas de ciertos observadores independientes respecto a que la mayoría de los adolescentes formados en el marco del programa no han adquirido muchas destrezas nuevas, y a que gran parte del dinero podría haberse dedicado a otros fines. Una de las principales críticas ha sido que la mayor parte del dinero se destinó a escuelas privadas que contaban con muy poca experiencia en el terreno de la formación profesional.

TENDENCIAS EN I+D

Los objetivos de gasto en I+D siguen siendo esquivos

El auge económico del Brasil entre 2004 y 2012 se tradujo en un mayor gasto público y de las empresas en I+D. El gasto interno bruto en I+D (GBID) casi se duplicó, hasta alcanzar los 35 500 millones de dólares en PPA (en dólares de 2011, gráfico 8.3). La mayor parte de este crecimiento se produjo entre 2004 y 2010, cuando el GBID ascendió del 0,97% al 1,16% del PIB. Desde 2010, el sector público ha venido impulsando en solitario la intensidad de la I+D, ya que la

contribución no gubernamental ha disminuido en la práctica del 0,57% al 0,52% del PIB (2012). Las cifras preliminares de 2013 indican un ligero crecimiento del gasto público y una contribución constante del sector empresarial (en relación con el PIB). Es probable que el gasto en I+D de las empresas se contraiga de 2015 en adelante, hasta que la economía muestre signos de recuperación. Incluso los analistas más optimistas no prevén que esto suceda antes de 2016. Se espera que la inversión en capital fijo en el Brasil siga disminuyendo en 2015, especialmente en el sector manufacturero. Esta tendencia afectará sin duda al gasto en I+D realizado por las empresas. Se prevé asimismo que la crisis de Petrobras ejerza un impacto notable en la inversión en I+D, ya que esta empresa, por sí sola, concentraba en torno al 10% de la inversión anual en capital fijo del país en los últimos años. Los recortes anunciados recientemente al presupuesto federal y otras medidas de austeridad deben afectar también al gasto público en I+D.

El ratio GBID/PIB del Brasil se mantiene muy por debajo del de las economías avanzadas, y del de economías de mercado emergentes tan dinámicas como China y, en especial, la República de Corea (véanse los capítulos 23 y 25). Al mismo tiempo, es bastante comparable a las economías desarrolladas más estancadas, como Italia o España, y a otros mercados emergentes relevantes como el de la Federación de Rusia (véase el capítulo 13). También se sitúa muy por delante de la mayoría de los demás países de América Latina (gráfico 8.4).

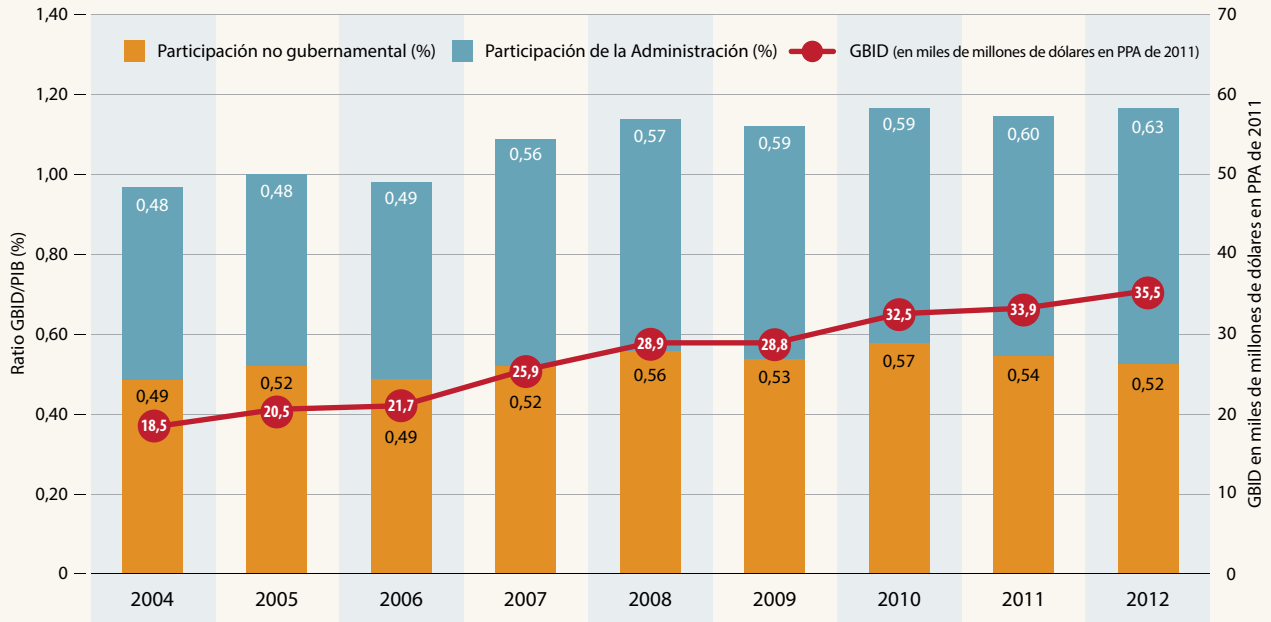
La brecha entre el Brasil y las economías avanzadas es mucho mayor cuando se trata de los recursos humanos en el ámbito de la I+D (gráfico 8.5). También resulta sorprendente el acusado descenso de la proporción de personal investigador empleado por el sector empresarial en los últimos años (gráfico 8.6). Esta tendencia es contraria a la observada en la mayoría de los países desarrollados y en los principales países emergentes; en parte, refleja la expansión de la I+D en la enseñanza superior y, en parte, el débil crecimiento de la I+D del sector empresarial destacado anteriormente.

Las empresas privadas gastan menos en I+D

Casi todo el gasto no gubernamental en I+D procede de las empresas privadas (el de las universidades privadas representa únicamente una pequeña parte de dicho gasto). Desde 2010, este gasto ha venido disminuyendo como proporción del PIB (gráfico 8.3); se ha reducido del 49% al 45% (2012) del gasto total, e incluso al 42% en 2013, según los datos preliminares de la Administración. Es probable que esta tendencia se mantenga durante algún tiempo. Así pues, el sector empresarial no tendrá oportunidad de dedicar el 0,90% del PIB a la I+D en 2014.

Gráfico 8.3: GBID en el Brasil por sector de financiación, 2004-2012

En miles de millones de dólares en PPA de 2011 y cuota porcentual del PIB

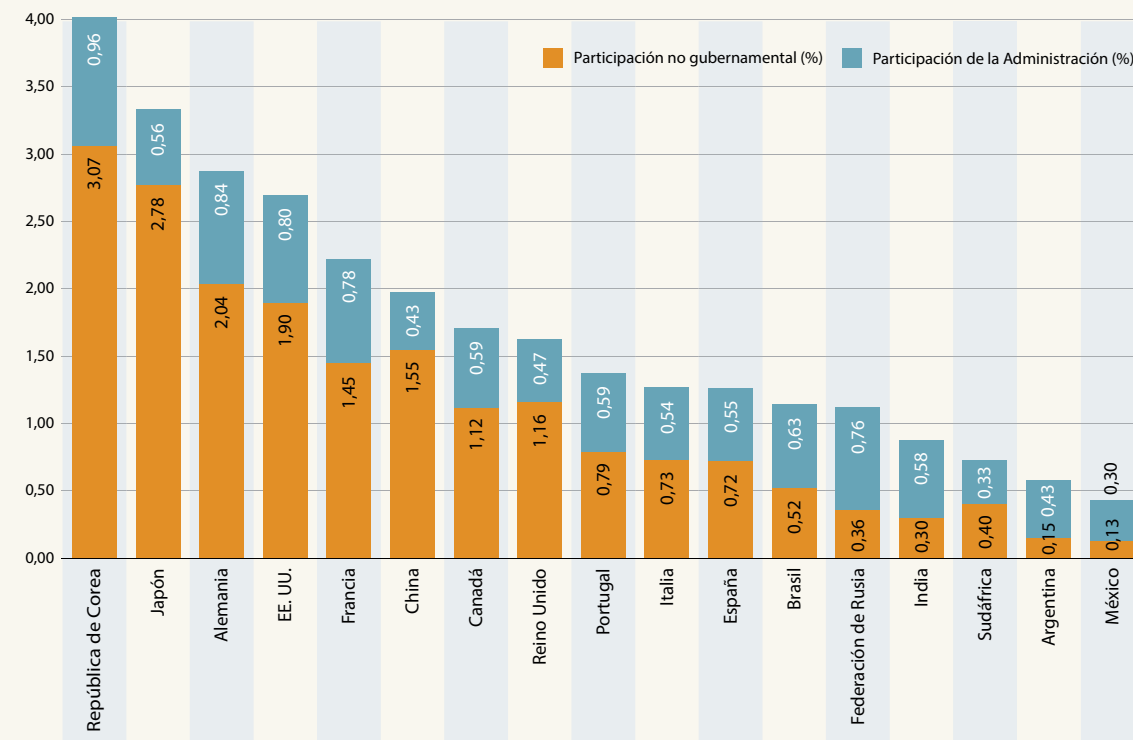


Nota: La gran mayoría de los fondos no gubernamentales proceden de empresas mercantiles. Las universidades privadas generaron únicamente del 0,02% al 0,03% del GBID entre 2004 y 2012. Los gráficos 8.3 y 8.4 se basan en datos actualizados del PIB del Brasil disponibles en septiembre de 2015 y, por tanto, pueden no coincidir con otros indicadores indexados en el PIB y referidos en otros apartados del presente informe.

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación del Brasil.

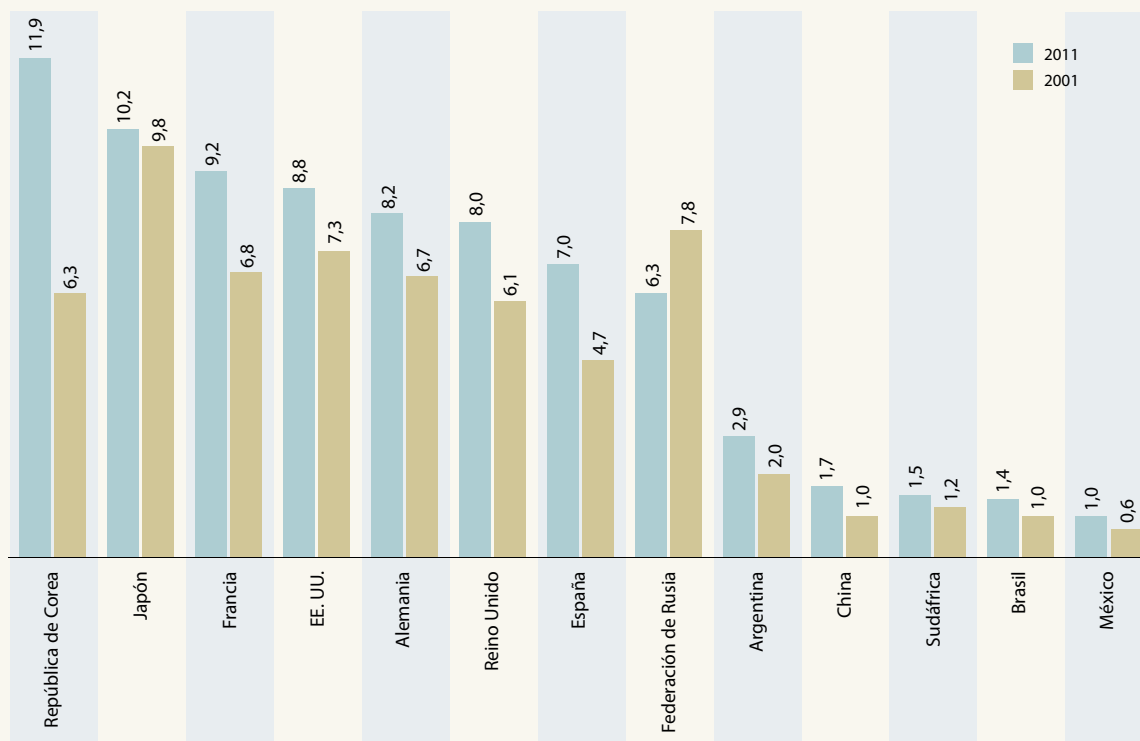
Gráfico 8.4: Contribución del sector empresarial brasileño al GBID como porcentaje del PIB, 2012 (%)

Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos.



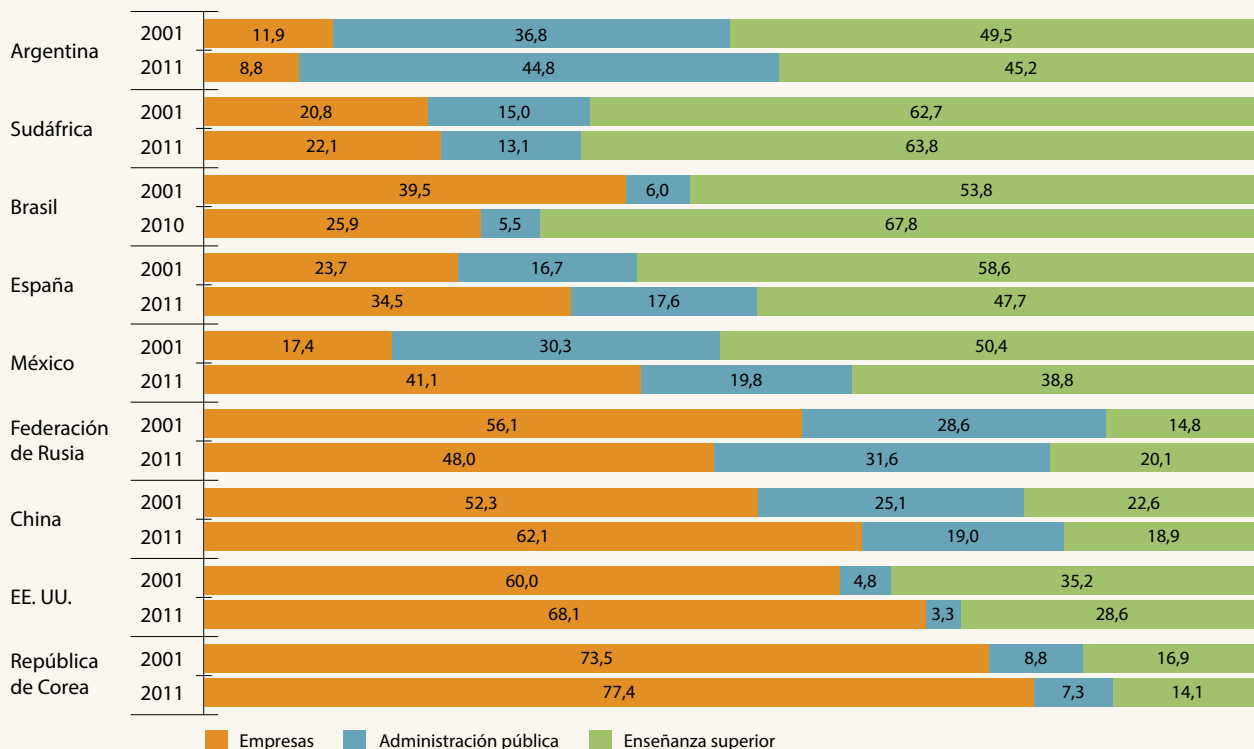
Fuente: Principales indicadores de la ciencia y la tecnología de la OCDE, enero de 2015; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación del Brasil.

Gráfico 8.5: **Proporción de investigadores brasileños a tiempo completo por cada 1 000 trabajadores, 2001 y 2011 (%)**
 Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos.



Fuente: Indicadores principales de la OCDE sobre ciencia y tecnología, enero de 2015.

Gráfico 8.6: **Investigadores a tiempo completo en el Brasil por sector, 2001 y 2011 (%)**
 Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos.



Fuente: Indicadores principales de la OCDE sobre ciencia y tecnología, enero de 2015.

Las principales razones de los bajos niveles de I+D del sector privado en el Brasil radican en el bajo nivel de destrezas científicas y técnicas de la población general, y en la falta de incentivos para que las empresas desarrollen nuevos productos, tecnologías y procesos. Como vimos en el apartado anterior, todos los indicadores disponibles muestran que el sistema educativo del Brasil no ha preparado a la población para actuar de manera adecuada en una sociedad tecnológicamente avanzada, ni para contribuir con eficacia al progreso tecnológico.

En cuanto al escaso nivel de innovación del Brasil, este fenómeno obedece a la indiferencia profundamente arraigada de las empresas y la industria respecto al desarrollo de nuevas tecnologías. Hay campos en los que la innovación tecnológica despierta interés, lógicamente: Embraer, el fabricante brasileño de aeronaves, Petrobras, la compañía petrolera estatal, y Vale, gran conglomerado minero, son muy competitivos en sus respectivos campos, con un personal altamente capacitado, y con tecnologías, proceso y productos innovadores y competitivos. Estas empresas innovadoras comparten una característica común: sus productos básicos o son materias primas, o los utiliza el sector de los servicios, como en el caso de las aeronaves comerciales. Otro campo en el que el Brasil ha demostrado ser innovador y competitivo a escala internacional es el de la agricultura, también un sector de productos básicos. Sin embargo, el Brasil no tiene una sola compañía que compita a la vanguardia de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), en la electrónica o la biotecnología. ¿Cuál es el motivo de esta situación? Desde nuestro punto de vista, la política industrial brasileña de largo recorrido que consiste en proteger los mercados internos de bienes producidos localmente (a través de diversas vías) ha desempeñado un papel fundamental en este proceso. Solo ahora comenzamos a darnos cuenta de lo destructiva que puede resultar esta política de sustitución de importaciones para el desarrollo de un entorno innovador. ¿Para qué iba a realizar una empresa local grandes inversiones en I+D, si solo compete con empresas similares no innovadoras que desarrollan su actividad dentro del mismo sistema proteccionista? La consecuencia de esta política ha consistido en una disminución gradual de la participación del Brasil en el comercio mundial en las últimas décadas, especialmente en lo que se refiere a las exportaciones de bienes industriales, una tendencia que se ha acelerado incluso en los últimos años (Pedrosa y Queiroz, 2013)⁶.

Es probable que la situación se deteriore en el corto plazo, ya que los datos más recientes indican que, posiblemente, 2014-2015 acaben siendo los peores años en décadas para la

industria, y en especial para el subsector de transformación de la industria manufacturera.

La desaceleración actual de la economía afecta ya a la capacidad de los fondos sectoriales de la Administración para obtener ingresos, ya que los beneficios han caído en muchos sectores. Dichos fondos, creados a fines de la década de 1990 en el Brasil, han constituido una de las principales fuentes de financiación pública para la I+D. Cada fondo sectorial⁷ recibe dinero a través de los impuestos aplicados a determinados sectores industriales o de servicios, como los de las compañías públicas de suministro de energía.

El “coste del Brasil” retiene a las empresas

El desarrollo industrial moderno en el Brasil se encuentra limitado por la falta de una infraestructura actualizada, especialmente en el ámbito de la logística y la generación de energía eléctrica, así como por una normativa compleja en lo que atañe al registro de empresas, la tributación o la quiebra, lo que da lugar a un elevado coste para desarrollar una actividad empresarial. Este último fenómeno se ha descrito como el “coste del Brasil” (*Custo Brasil*).

El “coste del Brasil” repercute en la capacidad de las empresas del país para competir en el ámbito internacional, y dificulta la innovación. El nivel de exportaciones del Brasil es relativamente bajo. Su proporción respecto al PIB cayó incluso del 14,6% al 10,8% entre 2004 y 2013, a pesar del auge de las materias primas. Esta tendencia no puede explicarse únicamente por un tipo de cambio desfavorable.

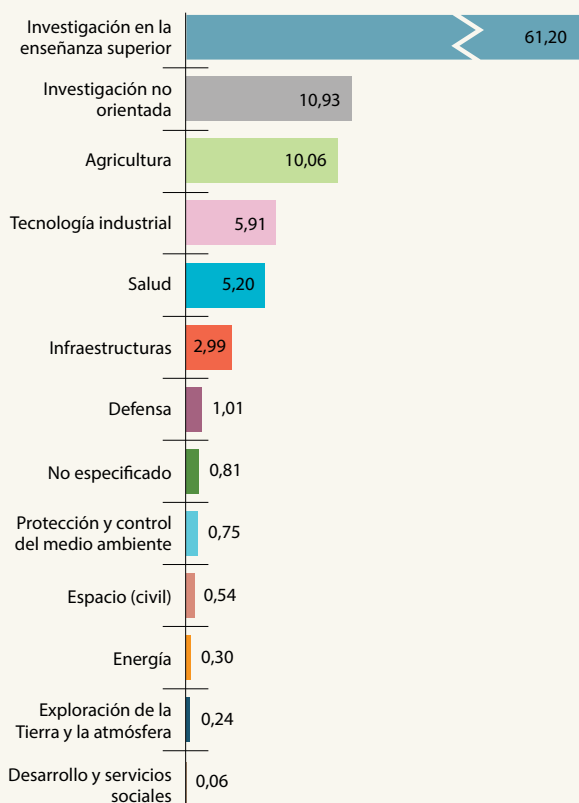
La mayoría de las exportaciones brasileñas consisten en materias primas básicas. Estas alcanzaron un máximo del 50,8% del total de las exportaciones en el primer semestre de 2014, por encima del 29,3% de 2005. La soja y otros cereales representaron el 18,3% del total de las exportaciones, mientras que el mineral de hierro, las carnes y el café suponen otro 32,5%. Sólo un tercio de los productos (34,5%) fueron manufacturas, lo que constituye una brusca caída respecto al 55,1% de 2005. Dentro de las exportaciones de manufacturas, solo el 6,8% podría considerarse de alta tecnología, frente a un 41,0% con un contenido de baja tecnología (por encima del 36,8% de 2012).

Las cifras más recientes describen un panorama sombrío. La producción industrial cayó un 2,8% entre noviembre y diciembre de 2014, y un 3,2% en el conjunto del ejercicio. El descenso anual fue aún más acusado en el caso del capital (-9,6%) y los bienes duraderos (-9,2%), lo que indica una caída de la inversión en capital fijo.

6. Pedrosa y Queiroz (2013) presentan un análisis detallado de las recientes políticas industriales brasileñas y sus consecuencias en diversas áreas, desde el sector del petróleo y de la energía en general, a la industria automotriz y de otros bienes de consumo.

7. Para consultar un análisis detallado de los fondos sectoriales brasileños, véase el Informe de la UNESCO sobre la Ciencia, 2010.

Gráfico 8.7: Gasto público en I+D en el Brasil por objetivo socioeconómico, 2012 (%)



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La mayor parte del gasto público en I+D se destina a las universidades

La parte del león del gasto público en I+D se destina a las universidades, como en la mayoría de los países (gráfico 8.7). Este nivel de gasto aumentó ligeramente del 58% al 61% de la financiación pública total de la I+D entre 2008 y 2012.

En el conjunto de los sectores, la agricultura ocupa el siguiente lugar, lo que refleja la relevancia del sector para el Brasil, el país segundo mayor productor de alimentos del mundo por detrás de los Estados Unidos de América. La productividad agraria en el Brasil ha aumentado de manera constante desde la década de 1970, debido al mayor uso de tecnologías y procesos innovadores. La I+D industrial ocupa el tercer lugar, seguida de la sanidad y las infraestructuras, otros sectores que concentran un 1% o menos del gasto público.

Con algunas excepciones, la distribución del gasto público en I+D en 2012 es similar⁸ a la de 2000. Tras un notable incremento en el caso de la tecnología industrial, que pasó del 1,4% al 6,8% entre 2000 y 2008, su proporción del gasto

público se redujo al 5,9% en 2012. La proporción del gasto en I+D en el sector espacial (civil) ha seguido una espiral descendente, partiendo de un valor máximo de un 2,3% en 2000. El gasto en investigación para la defensa se recortó del 1,6% al 0,6% entre 2000 y 2008, pero desde entonces se ha recuperado hasta el 1,0%. La investigación en energía también ha descendido del 2,1% (2000) a tan solo el 0,3% (2012). En cualquier caso, en general, la asignación del gasto público en I+D parece ser relativamente estable.

En mayo de 2013, el organismo administrativo brasileño Redetec contrató a la empresa argentina INVAP para construir un reactor nuclear multiuso en el Brasil con fines de investigación y de producción de los radioisótopos empleados en la medicina nuclear, la agricultura y la gestión medioambiental. INVAP ha construido ya un reactor similar para Australia. Está previsto que el reactor multiuso entre en funcionamiento en 2018. Se ubicará en el Centro de Tecnología Marina de São Paulo, y la empresa brasileña Intertechne construirá parte de la infraestructura.

Las empresas refieren una caída de la actividad innovadora

En la última encuesta sobre innovación realizada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, todas las empresas refirieron una caída de la actividad de innovación desde 2008 (IBGE, 2013). Este estudio abarca a todas las empresas públicas y privadas en los sectores de la extracción y la transformación, así como a las empresas del sector de los servicios relacionadas con la tecnología, como los proveedores de telecomunicaciones y de Internet, o los servicios de suministro de energía eléctrica y gas. Por ejemplo, la proporción de empresas que llevan a cabo actividades innovadoras disminuyó del 38,1% al 35,6% entre 2008 y 2011. La caída resultó evidente en las telecomunicaciones, tanto en lo que respecta a la producción de bienes (-18,2%) como a los servicios (-16,9%). Al parecer, las grandes empresas redujeron sus actividades de innovación en la proporción más amplia entre 2008 y 2011. Por ejemplo, entre las compañías con 500 o más empleados, la proporción de las que emprendieron el desarrollo de nuevos productos descendió del 54,9% al 43,0% durante dicho período. Una comparación de las encuestas sobre innovación del IBGE a lo largo de los períodos de 2004-2008 y 2009-2011 pone de relieve que la crisis de 2008 ha ejercido un impacto negativo en las actividades innovadoras de la mayoría de las empresas brasileñas. Desde 2011, la situación económica en el Brasil se ha deteriorado aún más, sobre todo en el sector industrial. Cabe esperar que la próxima encuesta sobre innovación muestre niveles aún más bajos de actividad innovadora en el Brasil.

8. Véase el Informe de la UNESCO sobre la Ciencia, 2010 para consultar una comparación con los ejercicios de 2000 y 2008, p. 105.

INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Recuadro 8.4: Inversión empresarial en eficiencia energética: una obligación legal en el Brasil

Por ley, las compañías eléctricas brasileras deben invertir una parte de sus ingresos en programas de eficiencia energética, y contribuir al Fondo Nacional de Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (FNDCT). La Ley engloba tanto a las empresas públicas, como las privadas que trabajan en la generación, transmisión y distribución de electricidad. El FNDCT financia la I+D realizada por universidades, institutos de investigación y centros empresariales de I+D.

La primera ley de este tipo se promulgó en 2000, y la más reciente, en 2010.

La Ley exige que las empresas de distribución inviertan el 0,20% de sus ingresos de explotación netos (IEN) en I+D, y el 0,50% en programas de eficiencia energética; otro 0,20% adicional se destina al FNDCT. Por su parte, las empresas de generación y transmisión deben invertir el 0,40% de los IEN en I+D, y aportar otro 0,40% al FNDCT. La inversión en programas de eficiencia energética se considera gasto empresarial en I+D, mientras que los fondos transferidos al FNDCT se consideran financiación pública. La Ley se mantendrá en vigor hasta finales de 2015, cuando se espera que sea renovada o revisada.

Según la Agencia Nacional de Energía Eléctrica, los programas de eficiencia energética apoyados por esta iniciativa ayudaron a ahorrar 3,6 GWh entre 2008 y 2014, una cantidad bastante modesta. En 2014, se dedicaron 342 millones de reales a dichos proyectos, lo que representa una caída de más del 50% antes de la inflación respecto a los 712 millones de reales gastados en 2011.

Fuente: Autores.
Véase también: www.aneel.gov.br.

Recortes en el gasto en energías renovables

Es posible que las ambiciones del Brasil respecto al biodiésel acapararan titulares a finales del decenio de 2000, cuando los precios mundiales de la energía y los alimentos registraron un gran aumento, pero las industrias relacionadas con la energía siempre han tenido un perfil elevado en el Brasil. Petrobras, el gigante petrolero controlado por el Estado, registra más patentes que cualquier otra empresa en el país. Además, las empresas productoras de electricidad están obligadas por ley a invertir un determinado porcentaje de sus ingresos en I+D (recuadro 8.4).

El hecho de que la energía sea un sector económico clave no impidió que el Gobierno recortara su gasto en investigación energética del 2,1% al 1,1% del total entre 2000 y 2008, y nuevamente al 0,3% en 2012. Las fuentes de energía renovables han sido la víctima principal de estos recortes, ya que la inversión pública se ha volcado cada vez más hacia la prospección de petróleo y gas frente a la costa sudeste del Brasil. Un sector que se ha visto directamente afectado por esta tendencia es el de la industria del etanol, que ha tenido que cerrar plantas y reducir su inversión propia en I+D. Parte de las quejas de la industria de etanol se han derivado de las políticas de precios de Petrobras. Bajo la influencia de la Administración, su principal accionista, Petrobras redujo artificialmente los precios del petróleo entre 2011 y 2014 para controlar la inflación. Esta actuación, a su vez, rebajó los precios del etanol, convirtiendo en ineconómica su producción. Esta política acabó recortando los propios ingresos de Petrobras,

obligándola a reducir su inversión en la prospección de petróleo y gas. Como Petrobras, por sí sola, es responsable de cerca del 10% de toda la inversión de capital fijo en el Brasil, esta tendencia, junto con el escándalo de corrupción que sacude actualmente a la empresa, tendrán ciertamente distintas consecuencias para la inversión global del Brasil en I+D.

El Brasil genera casi tres cuartos (73%) de su electricidad a partir de la energía hidráulica (gráfico 8.8). Esta proporción llegó a alcanzar incluso los cuatro quintos en 2010, pero la cuota de la energía hidráulica se ha visto mermada por la combinación del descenso de las precipitaciones y el envejecimiento de las centrales hidroeléctricas, muchas de las cuales datan de las décadas de 1960 y 1970.

El uso intensivo de centrales termoeléctricas que funcionan con combustibles fósiles ha compensado gran parte de la pérdida, ya que la proporción de nuevas fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en la combinación energética sigue siendo escasa. Es más, aunque el Brasil ha avanzado enormemente en el uso del bioetanol en el transporte, se ha hecho poco hincapié en la investigación y la innovación en la generación de energía, ya sea en lo que se refiere al desarrollo de nuevas fuentes, o a la mejora de la eficiencia energética. A la luz de lo anterior, hay pocas razones para prever que la inversión pública en I+D energéticos recupere los niveles observados a principios del siglo, que reconstruirían la competitividad internacional del Brasil en este campo.

La transferencia de tecnología al sector privado, clave para la innovación

A pesar del nivel generalmente escaso de innovación por parte de las empresas brasileñas, hay excepciones como las de Embraer. Otro ejemplo es el de Natura, una empresa local dedicada a los cosméticos (recuadro 8.5).

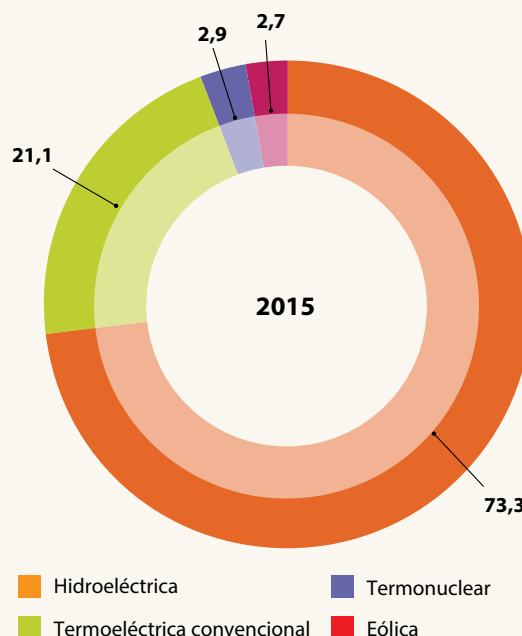
La transferencia de tecnología de las instituciones públicas de investigación al sector privado constituye un elemento importante de la innovación en el Brasil en campos que van de la medicina, hasta la cerámica, y de la agricultura hasta la extracción de petróleo en alta mar. En los últimos años se han creado dos centros esenciales para impulsar el desarrollo de la nanotecnología, a saber, el Laboratorio Nacional de Nanotecnología para la Agricultura (LNNA, establecido en 2008) y el Laboratorio Nacional de Nanotecnología del Brasil (LNNano, constituido en 2011). Esta inversión estratégica, combinada con la financiación federal y estatal de proyectos de investigación específicos en campos relacionados, ha dado lugar a un considerable crecimiento del número de investigadores que trabajan en la ciencia de los materiales, con el corolario de la transferencia de tecnología y la investigación de alto impacto. En un informe publicado por la Sociedad Brasileña de Investigación sobre Materiales (2014)⁹ se cita al investigador Rubén Sinisterra de la Universidad Federal de Minas Gerais, activo en el desarrollo de medicamentos para aliviar la hipertensión. Sinisterra confía en que las universidades brasileñas cuenten actualmente con la capacidad que requiere desarrollar materiales a nanoescala para la administración de fármacos, pero también observa que “nuestras empresas farmacéuticas nacionales carecen de capacidades internas para la I+D, por lo que tenemos que colaborar con ellas para impulsar la incorporación de nuevos productos y procesos al mercado”. Según Statnano, que se basa en los datos de Thomson Reuters, el número de artículos sobre nanociencia en el Brasil pasó de 5,5 a 9,2 por millón de habitantes entre 2009 y 2013 (véase el gráfico 15.5). El número medio de citas por artículo descendió, sin embargo, durante el mismo período, de 11,7 a 2,6, según la misma fuente. En 2013, la producción brasileña en nanociencia representó el 1,6% del total mundial, frente al 2,9% en el caso de los artículos científicos en general.

Las patentes han crecido a un ritmo más lento que las publicaciones

Las publicaciones científicas del Brasil se han duplicado con creces desde 2005, fundamentalmente como resultado del salto experimentado en la cifra de revistas brasileñas objeto de seguimiento por la base de datos de Thomson Reuters entre 2006 y 2008. A pesar de este impulso artificial, el ritmo

Gráfico 8.8: Generación de electricidad por tipo en el Brasil, 2015

Porcentaje de la generación total de energía eléctrica (%)



Fuente: Datos del Operador Nacional de Sistemas: www.ons.org.br/home/.

de crecimiento se ha ralentizado desde 2011 (gráfico 8.9). Además, en lo que se refiere a las publicaciones por habitante, el país se sitúa a la zaga tanto de las economías de mercado emergentes más dinámicas, como de las economías avanzadas, aunque supera a la mayoría de sus vecinos (véase el gráfico 7.8). De hecho, por lo que respecta al impacto, el Brasil ha perdido mucho terreno en la última década. Una posible causa es la velocidad a la que se ha ampliado la matriculación en la enseñanza superior desde mediados del decenio de 1990, especialmente en lo que respecta a los estudiantes que pasan por el sistema federal de universidades que, en algunos casos, han recurrido a la contratación de profesorado sin experiencia, incluidos los candidatos sin doctorado.

Las solicitudes de patentes a la Oficina de Patentes del Brasil (INPI) se elevaron de 20 639 en 2000 a 33 395 en 2012, lo que equivale a un 62%. Esta tasa es poca cosa si se la compara con la de las publicaciones científicas en el mismo período (308%). Por otra parte, si se consideran únicamente las solicitudes de patentes por parte de los residentes, la tasa de crecimiento en dicho período fue aún menor (21%).

Las comparaciones internacionales utilizando el número de patentes otorgadas por la Oficina de Patentes y Marcas de

9. Véase: <http://iopublishing.org/newsDetails/brazil-shows-that-materials-matter>.

INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

los Estados Unidos de América (USPTO) proporcionan una estimación indirecta de la medida en que una economía puede procurar la competitividad internacional sobre la base de la innovación impulsada por la tecnología. Aunque el Brasil ha registrado un notable crecimiento en este campo, se sitúa a la zaga de sus principales competidores en lo que atañe a

la intensidad de su actividad en lo que atañe a patentes en relación con su tamaño (cuadro 8.1). En comparación con otras economías emergentes, el Brasil también parece estar relativamente menos centrada en las patentes internacionales que en las publicaciones (gráfico 8.10).

Recuadro 8.5: Innovación hecha en el Brasil: el caso de Natura

Fundada en 1986, Natura Cosméticos es la empresa líder del mercado del Brasil de productos de higiene personal, cosméticos y perfumes. Se trata en la actualidad de una corporación multinacional presente en numerosos países latinoamericanos y en Francia, con ingresos netos de 7 000 millones de reales en 2013 (en torno a de 2 200 millones USD). La misión declarada de Natura consiste en crear y comercializar productos y servicios que promuevan el bienestar. Actúa principalmente mediante las ventas directas, con unos 1,7 millones de consultores, fundamentalmente mujeres, que venden directamente a su red de clientes habituales, más que en establecimientos comerciales. Dos tercios de estos consultores (1,2 millones) están radicados en el Brasil.

La filosofía de la empresa es convertir las cuestiones socioambientales en oportunidades de negocio a través de la innovación y la sostenibilidad. En 2012, Corporate Knights consideró a Natura la segunda empresa más sostenible en el mundo (con arreglo a criterios económicos), y la lista Forbes la catalogó como la octava empresa más innovadora del mundo. Como resultado de su conducta corporativa, Natura se convirtió en la mayor empresa del mundo en obtener la certificación B-Corp en 2014.

Natura emplea un equipo de 260 personas que participan directamente en tareas de innovación, y más de la mitad

de ellas con título de licenciado. Reinvierte en torno al 3% de sus ingresos en I+D; así, en 2013, esta medida dio lugar a una inversión de 180 millones de reales (unos 56 millones USD). Como resultado, dos tercios (63,4%) de los ingresos por ventas en 2013 tuvieron que ver con productos innovadores lanzados en los dos años anteriores. El crecimiento general ha sido muy intenso, y el tamaño de Natura se ha cuadruplicado en los últimos diez años.

La biodiversidad brasileña constituye un ingrediente clave en el proceso de innovación de la empresa, que utiliza extractos de plantas en nuevos productos. La incorporación de principios biológicos activos derivados de la flora brasileña requiere una interacción con comunidades amazónicas, y asociaciones con institutos de investigación como la Empresa Brasileña de Investigación Agrícola (Embrapa). Un ejemplo es el de la línea "Chronos", que utiliza los principios activos de la *Passiflora alata* (fruto de la pasión), desarrollada en colaboración con la Universidad Federal de Santa Catarina utilizando fondos federales (FINEP). La línea Chronos ha generado nuevas patentes y ha dado lugar a una investigación colaborativa.

Natura ha desarrollado asimismo centros de investigación en Cajamar (São Paulo), dentro del Ecomarque Natura en Benevides Pará. Su Centro de Innovación de Manaus, en la capital del estado de Amazonas, establece alianzas con las instituciones y empresas de la región con

el fin de convertir el conocimiento y la tecnología desarrollados localmente en nuevos productos y procesos. Esta labor ha animado a otras empresas a invertir en la región

Natura participa además en ejes de innovación en el extranjero como el Global Hub of Innovation de Nueva York. También ha desarrollado asociaciones internacionales con el Massachusetts Institute of Technology's Media Lab (Estados Unidos de América), el Massachusetts General Hospital (Estados Unidos de América), y la Universidad de Lyon (Francia), entre otros.

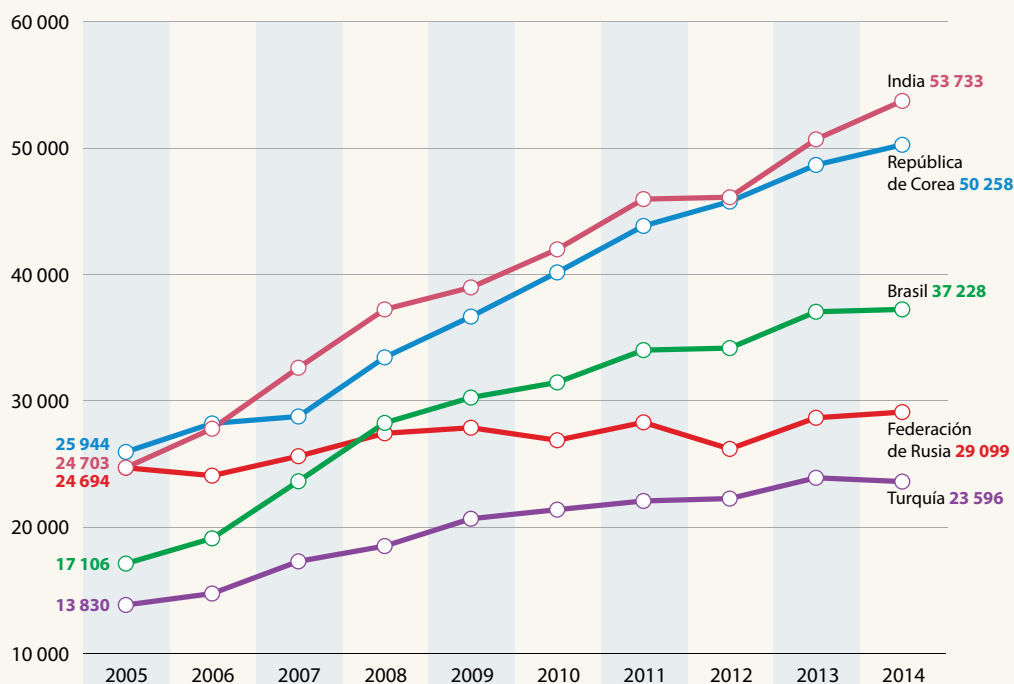
En la actualidad, Natura interactúa con más de 300 organizaciones (empresas, instituciones científicas, agencias de financiación, especialistas, ONG y agencias reguladoras) en la ejecución de más de 350 proyectos relacionados con la innovación. En 2013, más del 60% de todos los proyectos emprendidos por Natura se llevaron a cabo en el marco de estas alianzas. Un aspecto destacado ha sido la inauguración del Centro de Investigación Aplicada en Bienestar y Comportamiento Humano en 2015, en colaboración con la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP). El nuevo centro incluye instalaciones dedicadas a la investigación y ubicadas en las universidades públicas del Estado.

Fuente: Compilado por los autores.

Gráfico 8.9: Tendencias de la publicación científica en el Brasil, 2005-2014

El crecimiento de las publicaciones brasileñas se ha ralentizado ligeramente desde 2008

Se ofrecen los datos de otros países a efectos comparativos



147

Publicaciones por millón de habitantes en 2008

184

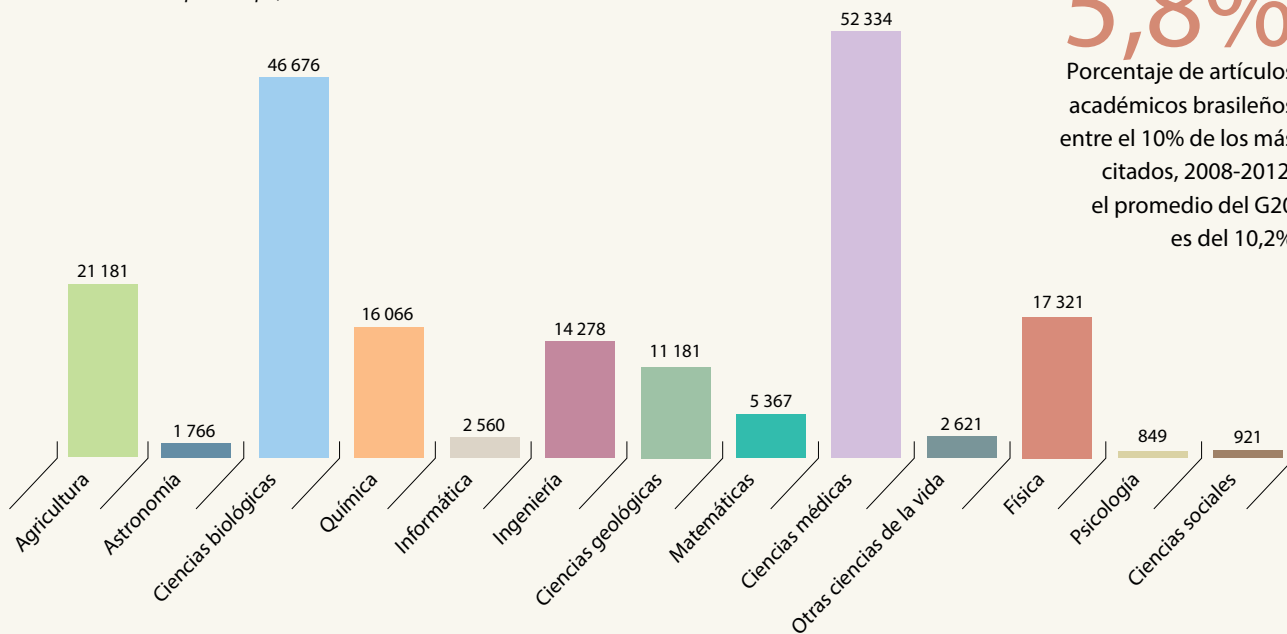
Publicaciones por millón de habitantes en 2014

0,74

Tasa media de menciones de las publicaciones brasileñas, 2008-2012; el promedio del G20 es de 1,02

Las ciencias de la vida dominan las publicaciones brasileñas

Totales acumulados por campo, 2008-2014



5,8%

Porcentaje de artículos académicos brasileños entre el 10% de los más citados, 2008-2012; el promedio del G20 es del 10,2%

Nota: Los artículos no clasificados (7 190) se excluyen de los totales.

Los Estados Unidos de América son el socio más cercano del Brasil

Principales socios extranjeros, 2008-2014

	1 ^{er} colaborador	2 ^o colaborador	3 ^{er} colaborador	4 ^o colaborador	5 ^o colaborador
Brasil	EE. UU. (24 964)	Francia (8 938)	Reino Unido (8 784)	Alemania (8 054)	España (7 268)

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

INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

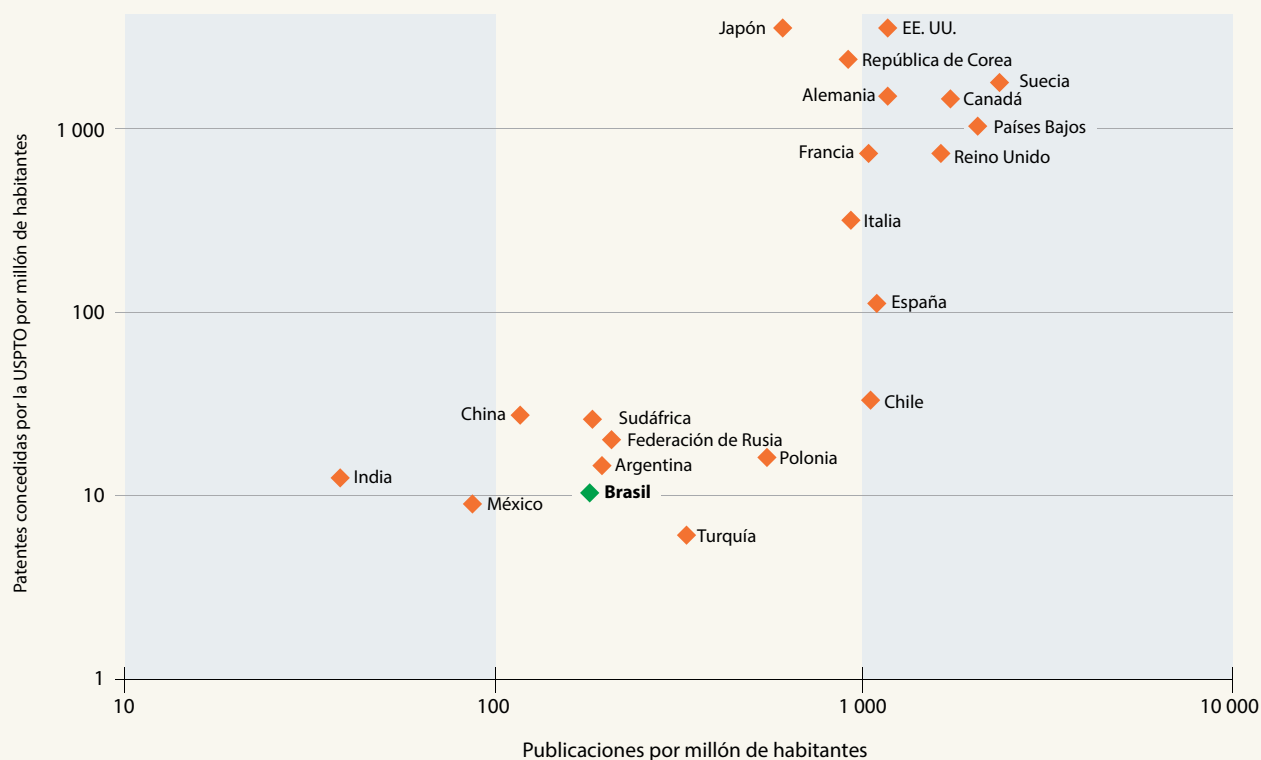
Cuadro 8.1: Patentes de invención concedidas a brasileños por la USPTO, 2004-2008 y 2009-2013

	Nº de patentes, 2004-2008	Nº de patentes, 2009-2013	Crecimiento acumulado (%)	Por cada 10 millones de habitantes, 2009-2013
Promedio global	164 835	228 492	38,6	328
Japón	34 048	45 810	34,5	3 592
EE. UU.	86 360	110 683	28,2	3 553
República de Corea	3 802	12 095	218,1	2 433
Suecia	1 561	1 702	9,0	1 802
Alemania	11 000	12 523	13,8	1 535
Canadá	3 451	5 169	49,8	1 499
Países Bajos	1 312	1 760	34,1	1 055
Reino Unido	3 701	4 556	23,1	725
Francia	3 829	4 718	23,2	722
Italia	1 696	1 930	13,8	319
España	283	511	80,4	111
Chile	13	34	160,0	33
China	261	3 610	1 285,3	27
Sudáfrica	111	127	14,2	25
Federación de Rusia	198	303	53,1	21
Polonia	15	60	313,7	16
Argentina	54	55	3,4	14
India	253	1 425	464,2	12
Brasil	108	189	74,6	10
México	84	106	25,1	9
Turquía	14	42	200,0	6

Fuente: USPTO.

Gráfico 8.10: Intensidad relativa de las publicaciones frente a la obtención de patentes en el Brasil, 2009-2013

Otros países se ofrecen a efectos comparativos. Ejes logarítmicos



Fuente: Para las patentes: USPTO; para las publicaciones: Thomson Reuters; para la población: Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial.

TENDENCIAS REGIONALES

La CTI sigue dominada por el estado de São Paulo

El Brasil es un país de dimensiones continentales, con niveles de desarrollo muy diversos en sus 27 estados. Las regiones meridionales y sudorientales muestran un nivel mucho más alto de industrialización y desarrollo científico que las septentrionales, algunas de las cuales se asientan en parte del bosque y la cuenca fluvial amazónicas. El centro-oeste constituye la central de producción agrícola y ganadera del Brasil, y ha experimentado un rápido desarrollo en los últimos años.

El ejemplo más claro de este contraste lo constituye el estado sudoriental de São Paulo. Alberga al 22% (44 millones) de los 202 millones de habitantes del país, genera alrededor del 32% del PIB y una cuota similar de la producción industrial de la nación. Cuenta además con un sistema estatal muy sólido de universidades públicas de investigación, del que carecen en la mayoría de los demás estados, y es sede de una institución consolidada como la Fundación de Investigación de São Paulo (recuadro 8.6). El estado de São Paulo concentra el 46% del GBID (gasto público y privado) y del 66% de la I+D empresarial.

Todos los indicadores dibujan la misma imagen. En torno al 41% de los doctorados brasileños los otorgaron universidades del estado de São Paulo en 2012, y el 44% de todos los artículos académicos con autores brasileños tienen al menos un autor de una institución con sede en este estado. La productividad científica de São Paulo (390 artículos académicos por millón de habitantes en 2009-2013) duplica el promedio nacional (184), un diferencial que se ha ido ampliando en los últimos años. El impacto relativo de las publicaciones a cargo de los científicos del estado de São Paulo también ha sido sistemáticamente superior al del Brasil en su conjunto a lo largo del último decenio (gráfico 8.11).

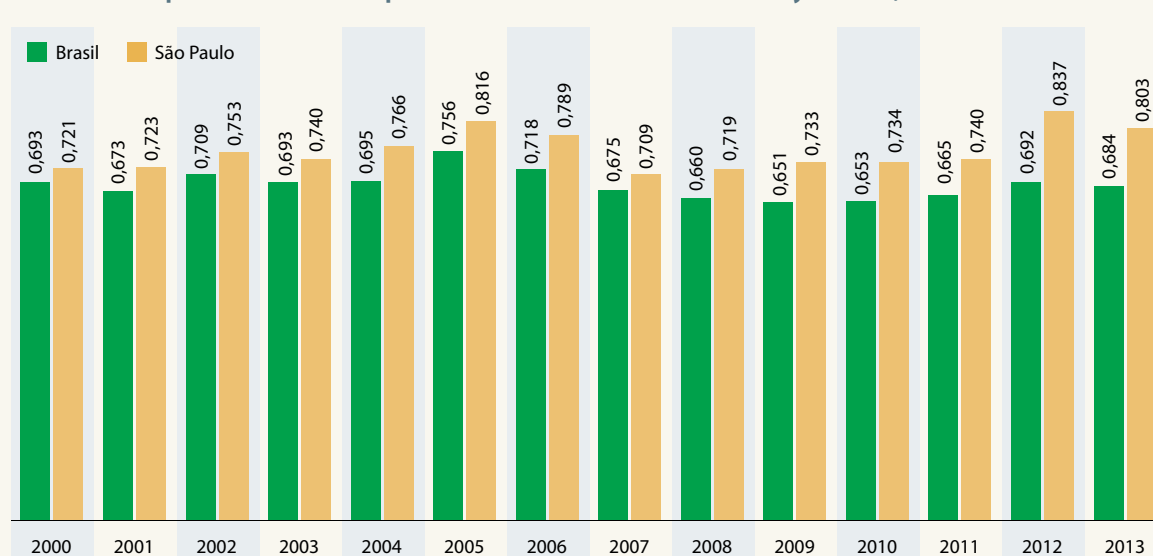
Dos factores clave explican el éxito de São Paulo en la producción científica: en primer lugar, un sistema adecuadamente financiado de universidades estatales, entre las que figuran la Universidad de São Paulo, la Universidad de Campinas (Unicamp) y la Universidad Estatal de São Paulo (gráfico 8.12), todas ellas incluidas en clasificaciones universitarias internacionales¹⁰; y en segundo lugar, el papel desempeñado por la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP, recuadro 8.6). Tanto al sistema universitario, como al FAPESP se les asigna como presupuesto anual una cuota fija de los ingresos del estado por el impuesto sobre las ventas, y cuentan con plena autonomía en cuanto al uso que hacen de tales ingresos.

Entre 2006 y 2014, la proporción de investigadores brasileños que desarrollaron su actividad en instituciones del sudeste cayó de manera constante del 50% al 44%. En el mismo período, la proporción correspondiente a los estados del noreste se elevó del 16% al 20%. Es demasiado pronto aún para determinar el efecto de estos cambios en la producción científica, o en el número de doctorados concedidos, pero, lógicamente, estos indicadores también deberían avanzar.

A pesar de estas tendencias positivas, las desigualdades regionales persisten en lo que atañe al gasto en I+D, el número de instituciones de investigación, y la productividad científica. Ampliar el alcance de los proyectos de investigación a otros estados y más allá del Brasil ayudaría ciertamente a los científicos de estas regiones a ponerse a la altura de sus vecinos del sur.

10. En la clasificación de universidades del Times Higher Education 2015 en BRICS y otras economías emergentes, la Universidad de São Paulo ocupó el décimo puesto, Unicamp, el 27º y la Universidade Estadual Paulista (Unesp), el 97º. Entre las 100 primeras, sólo aparece otra universidad brasileña, la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ, 67º). En la clasificación QS de universidades de América Latina de 2015, la Universidad de São Paulo se situó en el primer puesto, Unicamp, en el segundo, UFRJ, en el quinto, y Unesp, en el octavo.

Gráfico 8.11: Impacto relativo de las publicaciones científicas de São Paulo y el Brasil, 2000-2013

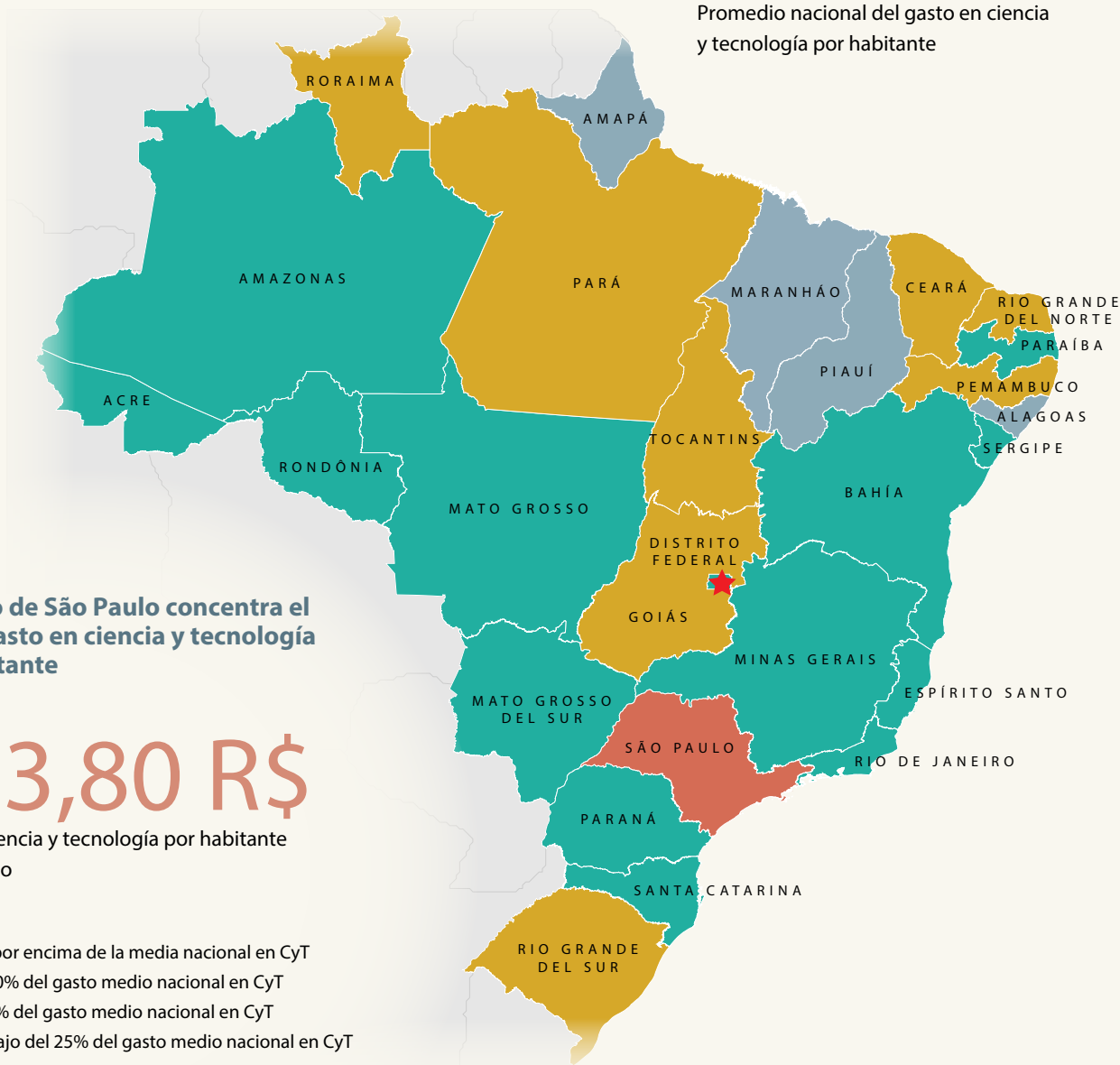


Fuente: InCites/Thomson Reuters, octubre de 2014.

Gráfico 8.12: Cuotas relativas de los estados brasileños en cuanto a la inversión en ciencia y tecnología

69,50 R\$

Promedio nacional del gasto en ciencia y tecnología por habitante



Diez de las universidades de investigación del Brasil se encuentran en Río de Janeiro y São Paulo

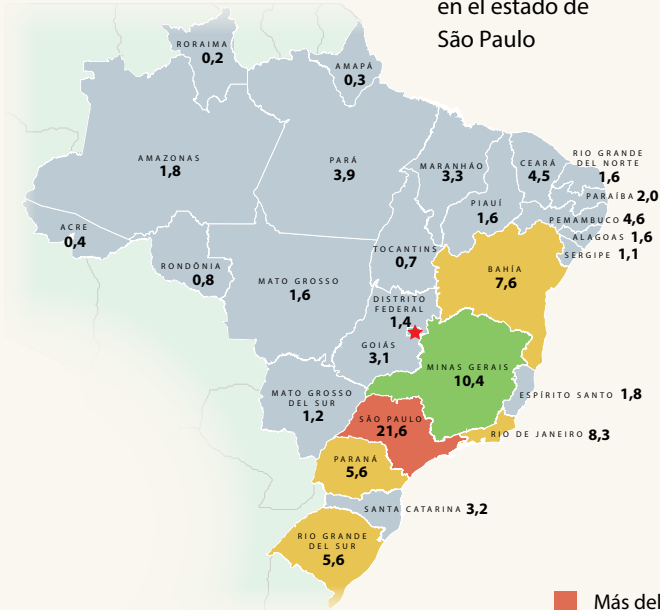
Universidades de investigación en el Brasil

Región/ unidad federativa	Universidades de investigación	Región/ unidad federativa	Universidades de investigación
Ceará	Universidad Federal de Ceará	São Paulo	Universidad de São Paulo
Pernambuco	Universidad Federal de Pernambuco		Universidad de Campinas (Unicamp)
Minas Gerais	Universidad Federal de Minas Gerais		Universidad Estatal de São Paulo
Río de Janeiro	Universidad Federal de Río de Janeiro		Universidad Federal de São Paulo
	Fundación Oswaldo Cruz		Universidad Federal de São Carlos
	Pontificia Universidad Católica	Río Grande del Sur	Universidad Federal de Río Grande del Sur
	Universidad de Río de Janeiro		Pontificia Universidad de Río Grande del Sur
	Universidad Estatal de Río de Janeiro	Santa Catarina	Universidad Federal de Santa Catarina
Paraná	Universidad Federal de Paraná	Distrito Federal	Universidad de Brasilia

Seis estados concentran el 59% de la población

22%

Proporción de población brasileña en el estado de São Paulo



El estado de São Paulo concentra tres cuartas partes del gasto público en I+D

73%

Proporción del gasto público en I+D correspondiente al estado de São Paulo

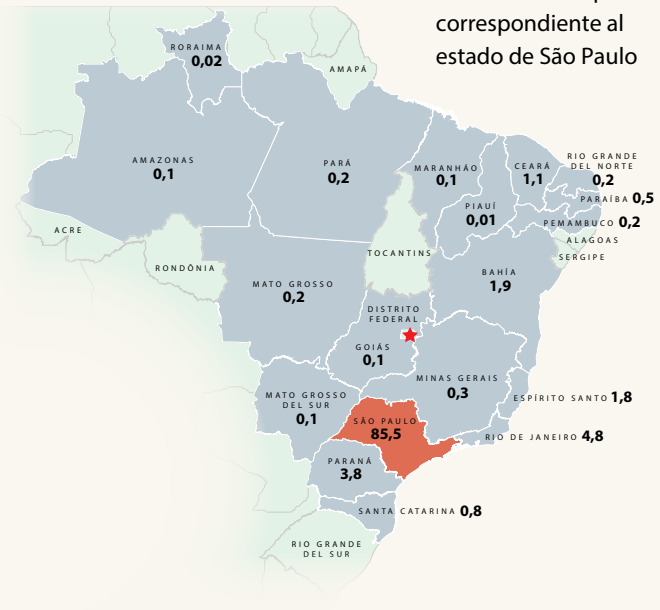


- Más del 15% del total
- 10%-14,9% del total
- 5,9% del total
- Menos del 5% del total
- Datos no disponibles
- ▲ Número de universidades de investigación

São Paulo domina el gasto en I+D en el ámbito de la enseñanza superior

86%

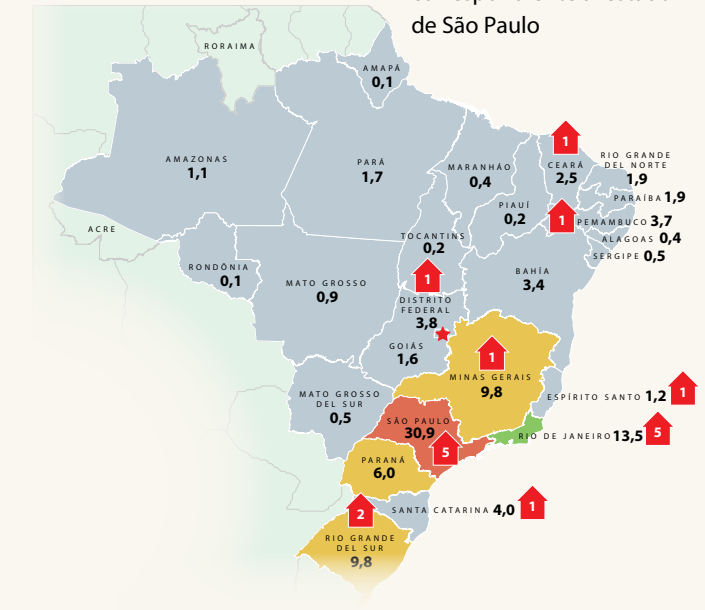
Proporción del gasto en I+D en el ámbito de la enseñanza superior correspondiente al estado de São Paulo



Cinco estados concentran más de la mitad de los programas de doctorado del Brasil

31%

Proporción de programas de doctorado brasileños correspondiente al estado de São Paulo



Fuente: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

Recuadro 8.6: La Fundación de Investigación de São Paulo: un modelo de financiación sostenible

La Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP) es la fundación pública dedicada a la investigación del estado de São Paulo. Recibe una financiación sostenible en forma de una cuota anual del 1% de los impuestos estatales sobre ventas, en virtud de una disposición consignada en la Constitución del estado. La Constitución establece además que únicamente el 5% del presupuesto de la Fundación puede utilizarse con fines administrativos, limitando así el uso indebido. La Fundación disfruta así de una financiación estable y de una autonomía operativa.

La FAPESP desarrolla su actividad mediante un sistema de revisión inter

pares con la ayuda de comités compuestos por investigadores activos y organizados por temas de investigación. Además de financiar la investigación en todos los ámbitos de la ciencia, la FAPESP apoya cuatro grandes programas de investigación que comprenden la biodiversidad, la bioenergía, el cambio climático global y las neurociencias.

En 2013, el gasto de la FAPESP ascendió a 1 085 millones de reales (en torno a 330 millones de dólares). La Fundación mantiene acuerdos de cooperación con agencias nacionales e internacionales dedicadas a financiar actividades de investigación, universidades, institutos de investigación

y empresas comerciales. Entre los asociados internacionales se encuentran el Centre nationale de recherche scientifique de Francia, el Deutsche Forschungsgemeinschaft de Alemania, y la National Science Foundation de los Estados Unidos de América.

La FAPESP ofrece asimismo una amplia gama de programas para apoyar a científicos extranjeros que deseen trabajar en São Paulo. Entre ellos figuran las becas de postdoctorado, los premios a jóvenes investigadores, y las ayudas a investigadores visitantes.

Fuente: Compilado por los autores.

CONCLUSIÓN

Las empresas deben comprometerse con la innovación para mantener su competitividad a escala internacional

En las últimas décadas, el Brasil ha sido objeto de un reconocimiento mundial por sus logros en la reducción de la pobreza y la desigualdad mediante políticas sociales activas. Sin embargo, desde que el crecimiento económico comenzó a debilitarse en 2011, el avance hacia la inclusión social también se ha ralentizado. En un contexto actual en el que gran parte de la población activa mantiene un puesto de trabajo (el desempleo se había reducido al 5,9% en 2013), la única manera de impulsar el crecimiento económico una vez más consistirá en elevar la productividad. Este empeño exigirá dos ingredientes esenciales: la CTI y una población activa adecuadamente instruida.

El volumen de publicaciones brasileñas ha crecido considerablemente en los últimos años. Algunos investigadores en concreto también han sido reconocidos por la calidad de su labor, como es el caso de Ártur Avila, que se convirtió en el primer matemático latinoamericano en recibir la prestigiosa medalla Fields en 2014.

Sin embargo, se ha adolecido de una falta general de avance en lo que se refiere al impacto general de la ciencia brasileña. Las citas de publicaciones brasileñas se sitúan aún muy por debajo del promedio del G20; en cierta medida, esta situación puede deberse al hecho de que muchos artículos brasileños todavía se publican en portugués en revistas brasileñas de

circulación limitada, por lo que no son detectadas por los radares internacionales pertinentes. De ser así, esta falta de visibilidad representa un precio temporal a pagar por el gran aumento en el acceso a la enseñanza superior en los últimos años. En cualquier caso, el hecho es que otras economías emergentes como las de la India, la República de Corea o Turquía han tenido un desempeño mucho mejor que el Brasil en los últimos cinco años aproximadamente. Elevar la calidad y potenciar la visibilidad de la ciencia brasileña requerirán un esfuerzo concertado para ampliar e intensificar la colaboración internacional.

La educación se ha convertido en un tema central del debate político nacional. El nuevo Ministro de Educación se ha comprometido a revisar el sistema de enseñanza secundaria, que ha sido uno de los principales cuellos de botella para mejorar el nivel de formación de la población activa, como ilustran de manera tan elocuente los resultados de PISA. La nueva Ley nacional de educación propone objetivos muy ambiciosos para 2024, incluidos los de ampliación del acceso a la enseñanza superior y la mejora de la calidad de la educación básica.

Otro cuello de botella se encuentra en el escaso número de patentes concedidas por la USPTO a los solicitantes brasileños. Esta tendencia pone de relieve que las empresas brasileñas todavía no son competitivas internacionalmente en lo que se refiere a la innovación. El gasto privado en I+D sigue siendo relativamente bajo, en comparación con otras economías emergentes. Más preocupante aún resulta que

no se haya producido prácticamente ningún avance en este terreno desde el modesto crecimiento registrado durante el auge de las materias primas entre 2004 y 2010. La inversión, en general, disminuye, al igual que la proporción de la producción industrial en el PIB y la participación del Brasil en el comercio exterior, sobre todo en lo que respecta a las exportaciones de productos manufacturados. Todos ellos son indicadores de una economía innovadora, y todos figuran en números rojos.

El nuevo Ministro de Hacienda parece estar al tanto de los numerosos cuellos de botella y distorsiones que han socavado la economía en los últimos años, incluido el proteccionismo mal orientado y el favoritismo en relación con algunos grandes grupos económicos¹¹. Ha propuesto una serie de medidas encaminadas a recuperar el control fiscal como medio para preparar el terreno a un nuevo ciclo de crecimiento. A pesar de ello, la industria brasileña se encuentra en un estado tan grave, que resulta necesario revisar todo el enfoque del país respecto a las políticas industriales y comerciales. El sector industrial nacional debe exponerse a la competencia internacional, y conviene animarle a considerar la innovación tecnológica como una parte esencial de su misión.

11. La investigación del reciente escándalo en el que se encuentra implicada la gigantesca compañía petrolera Petrobras ha arrojado luz sobre la gran cantidad de fondos subvencionados recibidos por algunas empresas de construcción a través del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), y destinados a algunos proyectos internacionales ejecutados con escasa supervisión por parte de las agencias reguladoras brasileñas.

OBJETIVOS CLAVE PARA EL BRASIL

- Que los brasileños de 15 años de edad obtengan una puntuación de 473 en matemáticas en 2024 en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la OCDE;
- Elevar el nivel de inversión en capital fijo del 19,5% en 2010 al 22,4% del PIB en 2014;
- Aumentar el gasto de las empresas en I+D del 0,57% en 2010 al 0,90% del PIB en 2014;
- Ampliar la proporción de la población activa que ha completado los estudios de enseñanza secundaria del 54% al 65%;
- Aumentar la proporción de empresas que utilizan de manera intensiva el conocimiento del 30,1% al 31,5% del total en 2014;
- Elevar la cifra de PYME innovadoras de 37 000 a 58 000 en 2014;
- Diversificar las exportaciones y aumentar la participación del país en el comercio mundial del 1,36% al 1,60% en 2014; y
- Ampliar el acceso a Internet de banda ancha fija de 14 a 40 millones de hogares para 2014.

INFORME DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA

BIBLIOGRAFÍA

Aghion, P. y Howitt, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*. Massachusetts Institute of Technology Press: Boston (Estados Unidos de América).

Balbachevsky, E. y Schwartzman, S. (2010), The graduate foundations of Brazilian research. *Higher Education Forum*, 7: 85-100. Research Institute for Higher Education, Hiroshima University. Hiroshima University Press: Hiroshima.

Brito Cruz, C.H. y Pedrosa, R. H. L. (2013), Past and present trends in the Brazilian research university. En: C.G. Amrhein y B. Baron (eds.) *Building Success in a Global University*. Lemmens Medien: Bonn y Berlín.

CEPAL (2014a), *Social Panorama of Latin America 2013, 2014*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Santiago (Chile).

CEPAL (2014b), *Compacts for Equality: Towards a Sustainable Future*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 35th Session, Lima.

FAPESP (2015), *Boletim de Indicadores em Ciência e Tecnologia n. 5*. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (São Paulo Research Foundation, FAPESP).

Hanushek, E. A. y Woessmann, L. (2012), Schooling, educational achievement and the Latin American growth puzzle. *Journal of Development Economics*, 99: 497-512.

Heston, A.; Summers, R. y Aten, B. (2012), *Penn World Table Version 7.1*. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices. Penn University (Estados Unidos de América). July. Véase: <https://pwt.sas.upenn.edu>

IBGE (2013), *Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2011*. Brazilian Institute of Geography and Statistics: Río de Janeiro. Véase: www.pintec.ibge.gov.br

MoSTI (2007), *Plano de Ação 2007-2010, Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Véase: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/194910>

OCDE (2014), *Going for Growth*. Country Note on Brazil. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París.

Pedrosa, R.H.L y Queiroz, S. R. R. (2013), *Brazil: Democracy and the 'Innovation Dividend'*. Centre for Development and Enterprise: Sudáfrica; Legatum Institute: Londres.

Pedrosa, R. H. L.; Amaral, E. y Knobel, M. (2013), Assessing higher education learning outcomes in Brazil. *Higher Education Management and Policy*, 11 (24): 55-71. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París.

PISA (2012), *Results, Programme for International Student Assessment*. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos: París. Véase: www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf

Renato Hyuda de Luna Pedrosa (nacido en 1956: Brasil) es profesor asociado en el Departamento de Política de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Campinas en el Brasil. Es doctor en matemáticas por la Universidad de California en Berkeley (EE. UU.).

Hernan Chaimovich (nacido en 1939: Chile) es bioquímico y asesor especial de la Dirección Científica de la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP). Publica regularmente artículos científicos en diarios, revistas y periódicos relacionados con la enseñanza superior y la política de ciencia y tecnología.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Joana Santa-Cruz, del equipo encargado de los indicadores de CTI en la Fundación de Investigación de São Paulo (FAPESP), su ayuda para recopilar y organizar los datos utilizados en el presente capítulo.