

EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología
Iberoamericanos / Interamericanos
2022



RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dossier: Transición Energética



EL ESTADO DE LA CIENCIA



Principales Indicadores
de Ciencia y Tecnología
Iberoamericanos /
Interamericanos

2022

EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología
Iberoamericanos / Interamericanos
2022

El presente volumen ha sido elaborado por el equipo técnico responsable de las actividades de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), en el marco del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y con el apoyo de colaboradores especializados en las diferentes temáticas que se presentan.

Esta edición de El Estado de la Ciencia cuenta con el apoyo de la Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe de la UNESCO, con sede en Montevideo, en el marco del acuerdo de cooperación firmado con la OEI.

Anualmente, la edición de este libro cuenta con la colaboración del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES).

Coordinador de Observatorio CTS y RICYT:

Rodolfo Barrere

2

Enlace con la Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe de la UNESCO:

Guillermo Anlló

Especialista Regional de Programa

Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación

Colaboradores:

Laura Trama

Manuel Crespo

Colaboraron también en este informe:

Simón Fernández P., Emilio Santiago Muiño, Martín Obaya,

Claudia Ortiz B., Juan Pablo Zuñiga

Si desea obtener información adicional comuníquese a:

Tel.: (+ 54 11) 4813 0033 internos: 221 / 222 / 224

Correo electrónico: ricyt@ricyt.org

Sitio web: <http://www.ricyt.org>

Las actualizaciones de la información contenida en este volumen pueden ser consultadas en www.ricyt.org

Quedan autorizadas las citas y la reproducción del contenido, con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

Diseño y diagramación: Florencia Abot Glenz

Obra de tapa y contratapa: Jorge Abot

Impresión: Altuna Impresores S.R.L. Doblas 1968,
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

ORGANISMOS Y PERSONAS DE ENLACE

PAÍS	CONTACTO	ORGANISMO	SIGLA
ARGENTINA	Gustavo Arber	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva	MINCYT
BOLIVIA	Mauricio Céspedes	Viceministerio de Ciencia y Tecnología	VCYT
BRASIL	Joelmo Oliveira	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	MCTIC
CANADÁ	Haig McCarrell	Statistics Canada	STATCAN
CHILE	María José Bravo	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación	MINCIENCIA
COLOMBIA	Diego Silva Ardila	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología	OCYT
COSTA RICA	Diego Vargas Pérez	Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones	MICITT
CUBA	Hector Arias Martín	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	CITMA
ECUADOR		Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación	SENESCYT
EL SALVADOR	Carlos Roberto Ochoa	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
ESPAÑA	Belén González Olmos	Instituto Nacional de Estadística	INE
ESTADOS UNIDOS	Gary Anderson	The National Center for Science and Engineering	NCSES
GUATEMALA	Luis Pablo San José Gomez	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONCYT
HONDURAS	Miriam Banegas	Instituto Hondureño de Ciencia, Tecnología y la Innovación	IHCIETI
JAMAICA	Zahra Oliphant	National Commission on Science and Technology	NCST
MÉXICO	Viridiana Gabriela Yañez Rivas	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
NICARAGUA	Maria Eunice Rivas Robleto	Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología	CONICYT
PANAMÁ	Doris Quiel	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	SENACYT
PARAGUAY	Nathalie Elizabeth Alderete Troche	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
PERÚ	Fernando Jaime Ortega San Martín	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONCYTEC
PORTUGAL	Filomena Oliveira	Direção Geral das Estatísticas da Educação e Ciência	DGEEC
PUERTO RICO	Orville Disdier	Instituto de Estadísticas de Puerto Rico	
REPÚBLICA DOMINICANA	Rigoberto E. Reyes Hernandez	Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología	MESCyT
TRINIDAD Y TOBAGO	Sharon Parmanan	National Institute of Higher Education, Research, Science and Technology	NIHERST
URUGUAY	Ximena Usher	Agencia Nacional de Investigación e Innovación	ANII
VENEZUELA	Jose Sequeira	Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	ONCTI

EL ESTADO DE LA CIENCIA



ÍNDICE



pág. 7: **PRÓLOGO**

pág. 9: **SECCIÓN 1. EL ESTADO DE LA CIENCIA**

pág. 11: **1.1. EL ESTADO DE LA CIENCIA
EN IMÁGENES**

pág. 27: **SECCIÓN 2. DOSSIER: TRANSICIÓN
ENERGÉTICA**

pág. 29: **2.1. PRESENTACIÓN POR MARIANO
JABONERO – SECRETARIO GENERAL
DE OEI**

pág. 31: **2.2. PRESENTACIÓN POR SHAMILA
NAIR-BEDOUELLE – SUBDIRECTORA
GENERAL DE CIENCIAS NATURALES DE
UNESCO**

pág. 33: **2.3. TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y AGENDA 2030: EL ODS 7**

pág. 39: **2.4. TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN IBEROAMÉRICA. OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS A PARTIR DEL LITIO Y EL HIDRÓGENO VERDE.**

pág. 63: **2.5. ¿QUÉ HACEMOS CON EL LITIO? POLÍTICAS PARA LA CREACIÓN DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS EN ARGENTINA, BOLIVIA Y CHILE.**

pág. 75: **2.6. HIDRÓGENO RENOVABLE: EL GRAN DESAFÍO DE AMÉRICA LATINA PARA ACELERAR LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

pág. 82: **SECCIÓN 3. INDICADORES COMPARATIVOS**

ANEXO. DEFINICIONES Y METODOLOGÍAS

Como desde hace muchos años, esta nueva edición de El Estado de la Ciencia es un espacio que combina la información estadística producida por la RICYT y la mirada de expertos sobre temas actuales en los que la ciencia y la tecnología tienen un papel preponderante. Es también el fruto del esfuerzo colaborativo de múltiples actores, que incluyen a los organismos de ciencia y tecnología de los países participantes de la red que aportan la información estadística incluida en este volumen, de una extensa comunidad de expertos y de los organismos internacionales que le dan respaldo. Se edita en conjunto por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), a través de su Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, y por la Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe de la UNESCO, con sede en Montevideo.

El índice de esta edición incluye nuestra mirada anual a los principales indicadores de ciencia y tecnología. Bajo el título de “El Estado de la Ciencia en Imágenes”, se ofrece una representación gráfica de los indicadores, dando cuenta de manera sintética de las tendencias de la ciencia y la tecnología regional, sin perder de vista el contexto global. Se trata de una serie de indicadores comparativos que incluyen una visión del contexto económico, de la inversión en I+D y de los recursos humanos disponibles para la investigación, así como un recuento de la producción científica de los países de la región.

Este año, además, inauguramos una sección temática con el dossier sobre Transición Energética que se incluye en

esta edición. El objetivo es poner el foco sobre un tema crucial para el desarrollo de los países iberoamericanos, pensando en el aporte que los sistemas de ciencia y tecnología de la región pueden hacer, los desafíos que enfrentan y las capacidades con que cuentan.

El dossier comienza con dos editoriales de primer nivel y que prestigian esta edición. Por un lado, Mariano Jabonero, Secretario General de OEI, resalta la importancia de la información para la toma de decisiones y de la cooperación para enfrentar los desafíos que enfrenta Iberoamérica, haciendo especial hincapié en el rol que la transición energética puede tener en el desarrollo regional. Por el otro, Shamila Nair-Bedouelle, Subdirectora General de Ciencias Naturales de UNESCO, resalta también la importancia del trabajo conjunto entre los organismos activos en la región y destaca la importancia de avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 de Naciones Unidas.

A continuación, bajo el título de “Transición Energética y Agenda 2030: el ODS 7”, Guillermo Anlló detalla los objetivos y las metas planteadas por Naciones Unidas para contar con energía sostenible para todos. Describe las acciones realizadas, los avances conseguidos y los desafíos aún pendientes.

En el capítulo “Transición energética en Iberoamérica. Oportunidades y desafíos a partir del litio y el hidrógeno verde” un equipo conformado por Rodolfo Barrere, Emilio Santiago Muiño y Laura Trama identifica los principales desafíos de Iberoamérica en torno al desarrollo del litio

y el hidrógeno verde como dos elementos clave en este tema. Combinan esa discusión con un detallado análisis de las capacidades científicas y tecnológicas instaladas en la región, realizado mediante un estudio de publicaciones científicas y patentes de invención en esta materia.

Finalmente, el dossier se completa con dos artículos que abordan en profundidad dos cadenas tecnológicas clave para la transición energética y en las que los países de la región cuentan con ciertas ventajas comparativas. En “¿Qué hacemos con el litio?”, Martín Obaya aborda las políticas para la creación de capacidades productivas y tecnológicas en Argentina, Bolivia y Chile. Por último, Simón Fernández, Claudia Ortiz y Juan Pablo Zúñiga son autores del trabajo “Hidrógeno Renovable: El gran desafío que tiene Latinoamérica para acelerar la transición energética”, en el que relatan las características y potenciales del hidrógeno como herramienta y reflexionan sobre los pasos a seguir en la región para maximizar las oportunidades que se presentan.

Por otra parte, este volumen incluye una serie indicadores seleccionados de la base de datos de RICYT. El conjunto total de datos, que abarca 135 series estadísticas, está disponible en el sitio web www.ricyt.org. También se han integrado indicadores de educación superior provenientes del relevamiento de datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior -Red INDICES - que resultan un complemento muy importante para los indicadores de ciencia y tecnología en una región donde las universidades son actores protagónicos en la producción de conocimiento. En el sitio web de la red, junto con los indicadores actualizados, se dispone de documentos metodológicos y de diferentes contenidos surgidos de las actividades de la red.

1. EL ESTADO DE LA CIENCIA



1.1. EL ESTADO DE LA CIENCIA EN IMÁGENES

El presente informe contiene un resumen gráfico de las tendencias en los indicadores de ciencia y tecnología de América Latina y el Caribe (ALC) e Iberoamérica. La información para su elaboración fue tomada de la base de datos de RICYT, cuyos indicadores principales se encuentran en la última sección de este volumen y en el sitio www.ricyt.org. Los datos provienen de la información brindada por los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología de cada país en el relevamiento anual sobre actividades científicas y tecnológicas que realiza la red.

Es importante hacer algunas aclaraciones respecto a su construcción. Los totales de América Latina y el Caribe e Iberoamérica son estimaciones realizadas por el equipo técnico de la RICYT. En el caso de las estimaciones para los indicadores regionales de Europa, Asia y África se utilizan las bases de datos del Instituto de Estadísticas de la Unesco (UIS) (<http://www.uis.unesco.org>) y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (<http://www.oecd.org>).

En los gráficos incluidos en este informe se toman como período de referencia los diez años comprendidos entre el 2011 y el 2020, siendo éste el último año para el cual se dispone de información en la mayoría de los países.

Los valores relativos a inversión en I+D y PBI se encuentran expresados en Paridad de Poder de Compra (PPC), con el objetivo de evitar las distorsiones generadas por las diferencias del tipo de cambio en relación con el dólar. Se han tomado los índices de conversión publicados por el Banco Mundial.

Para la medición de los resultados de la I+D, se presentan datos de publicaciones científicas y de patentes principalmente elaborados desde la coordinación de la red. Los indicadores bibliométricos provienen de diferentes bases de datos internacionales y regionales. En el caso de las patentes, se presenta información obtenida de las oficinas de propiedad intelectual de cada uno de los países iberoamericanos y también información provista por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI).

Por último, en el anexo de este volumen, se encuentran las definiciones de cada uno de los indicadores que se utilizan tanto en este resumen gráfico como en las tablas que se presentan en la última sección del libro.

El contexto económico

Si bien entre los años 2011 y 2020 todos los bloques geográficos muestran una tendencia de crecimiento de su Producto Bruto Interno de punta a punta, se observa un cambio de tendencia en la serie en el año 2020, signado por la emergencia de la pandemia COVID-19, y las economías de la mayoría de las regiones se contraen respecto al año anterior.

La inversión en I+D

En consecuencia, los recursos económicos destinados a I+D durante el año 2020 sufrieron una caída del 6% en relación con el 2019 para los países de América Latina y el Caribe mientras que esta tendencia a la baja se ve aminorada en el caso de la inversión del conjunto de países iberoamericanos (-3%).

Esta caída de los recursos destinados a I+D no se dio en todos los bloques geográficos. Por el contrario, el resto de los bloques que aquí se analizan, como Estados Unidos y Canadá o los países asiáticos, mostraron un crecimiento de los recursos destinados a I+D incluso en 2020, con excepción del conjunto de países europeos en los que se ve desacelerado su crecimiento.

Es importante no perder de vista que la inversión regional representa tan sólo el 2,3% del total mundial. ALC se caracteriza, además, por un fenómeno de concentración en el cual Brasil, México y Argentina, representan el 84% de su inversión total.

En términos relativos al PBI, el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,81% del producto bruto regional en 2020, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,65%.

Portugal y España son los países iberoamericanos que más esfuerzo relativo realizan en I+D, invirtiendo el 1,6% y 1,4% de su PBI respectivamente en estas actividades en 2020. Brasil alcanza el 1,17%, Argentina y Cuba el 0,52% y el resto de los países invirtió menos del 0,50% de producto en I+D.

Recursos humanos dedicados a I+D

La cantidad de investigadores en Equivalencia a Jornada Completa (EJC) en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 39% entre 2011 y 2020, pasando de 439.060 a 609.942.

Si tenemos en cuenta la distribución de los recursos humanos de acuerdo con su sector de empleo, en 2020 el 58% de los investigadores realizó sus actividades en el ámbito universitario. El 30% lo hizo en el sector empresarial y el 11% en instituciones de I+D pertenecientes al ámbito público.

Estudiantes y Graduados

El total de estudiantes en la educación superior de Iberoamérica pasó de casi 25 millones en 2011 a casi 33 millones en 2020, lo cual implicó un crecimiento del 32% punta a punta. Respecto a la distribución por nivel, el 82% de los estudiantes corresponden al nivel de licenciatura, el 6% a maestrías y el 1% a doctorados. El 10% restante corresponde a niveles terciarios no universitarios.

El nivel de graduados en Iberoamérica pasó de alrededor de 3,4 millones en 2011 a 4,5 millones en el año 2020 (32% más). Sin embargo, es interesante ver que el egreso a nivel regional se vio afectado por las restricciones presentadas por la pandemia del COVID-19 y cambió su tendencia de crecimiento en el último año.

Publicaciones

Entre 2011 y 2020 la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en Scopus por autores de ALC creció un 82%, destacándose el crecimiento de Colombia y Chile que triplican y duplican, respectivamente, la cantidad de publicaciones en esta base de datos.

Patentes

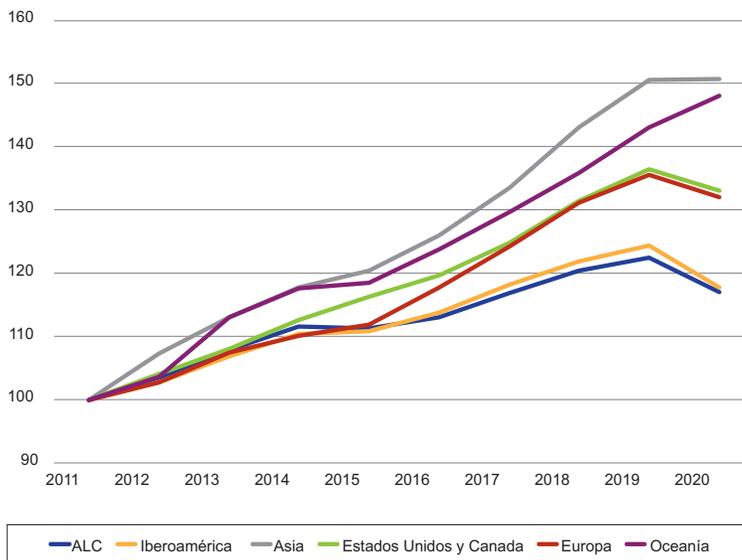
El número de patentes internacionales solicitadas mediante el Tratado de Cooperación en Patentes (PCT) por titulares iberoamericanos descendió un 6% entre 2011 y 2020, mientras que en ALC se incrementó en un 21%.

Si analizamos las patentes solicitadas en las oficinas de propiedad intelectual de los países de la región, en el año 2020 el 79% de las solicitudes de patentes en países de ALC correspondieron a no residentes.

1. EL CONTEXTO ECONÓMICO

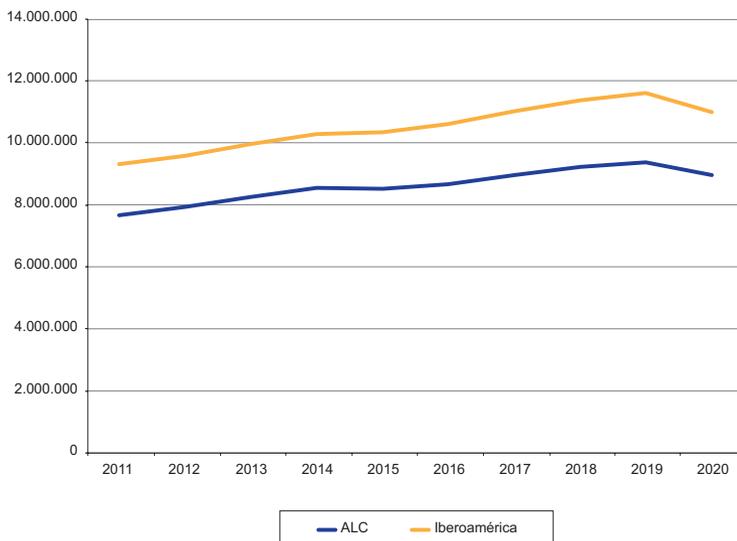
1.1. Evolución porcentual del PBI en bloques geográficos seleccionados.

Si bien durante los diez años bajo análisis, de 2011 a 2020, todos los bloques geográficos muestran una tendencia de crecimiento de punta a punta, se observa que el año en el que comienza la pandemia COVID 19 marca un punto de inflexión en la serie, con una tendencia negativa en la mayoría de los casos. Asia es el bloque que muestra un mayor crecimiento a lo largo de toda la serie y, al mismo tiempo, el que tuvo mejores resultados en 2020 logrando mantenerse prácticamente estable.



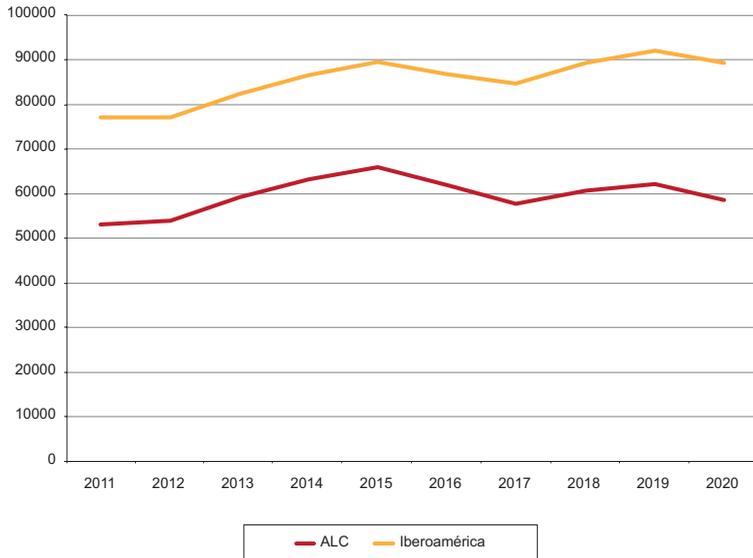
1.2. Evolución del PBI de ALC e Iberoamérica (millones de dólares PPC).

El PBI de ALC muestra un crecimiento del 17% entre 2011 y 2020, llegando en 2020 a los nueve mil millones de dólares PPC, muy similar al 18% de Iberoamérica, región que se acerca a los once mil millones. Siguiendo la tendencia mundial, en 2020 se contrae el PBI en ambas regiones respecto al 2019.



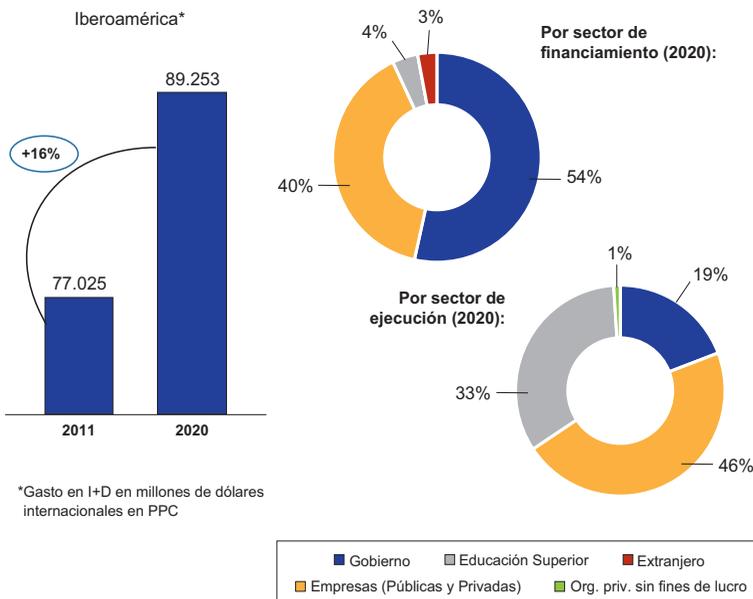
2. RECURSOS ECONÓMICOS DEDICADOS A I+D

2.1. Evolución de la inversión en I+D de ALC e Iberoamérica (millones de dólares PPC).



Los recursos económicos destinados a I+D durante el año 2020, signado por la emergencia de la pandemia COVID-19, muestran una caída del 6% en relación con el 2019 para los países de América Latina y el Caribe. Esta tendencia a la baja se ve aminorada en el caso de la inversión del conjunto de países iberoamericanos (-3%), gracias a la evolución positiva que muestran España y Portugal en lo que respecta a la inversión en I+D en el último año, a pesar del contexto

2.2. Distribución sectorial de la inversión en I+D en Iberoamérica. Año 2020.

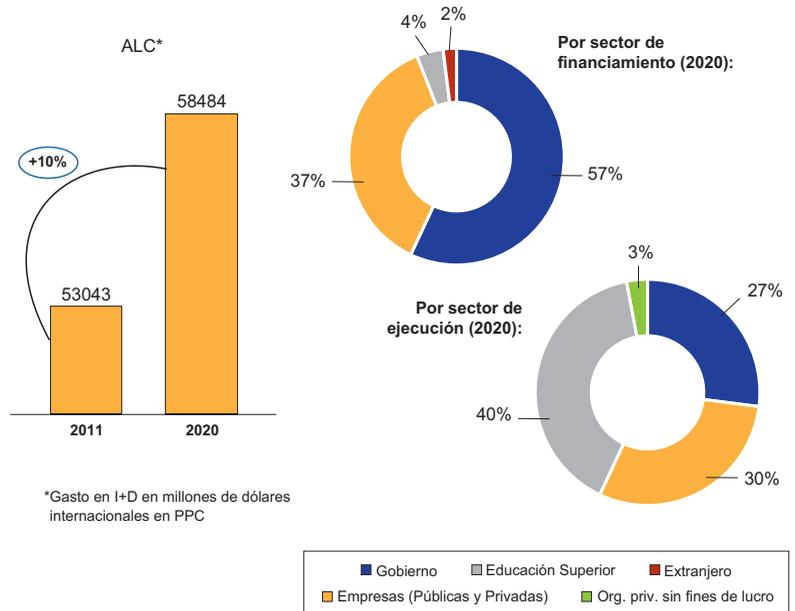


En 2020 la inversión en I+D de Iberoamérica fue de 89 mil millones de dólares PPC, lo que significó un crecimiento del 18% con respecto a los más de 77 mil millones de 2011. En 2020, el 54% de ese monto fue financiado por el gobierno y el 40% por las empresas. El resto de los sectores están por debajo del 5%.

La ejecución de la I+D tiene una distribución distinta. El gobierno ejecuta el 19% de los montos financiados, mientras que las instituciones de educación superior y las empresas el 33% y 46% cada uno.

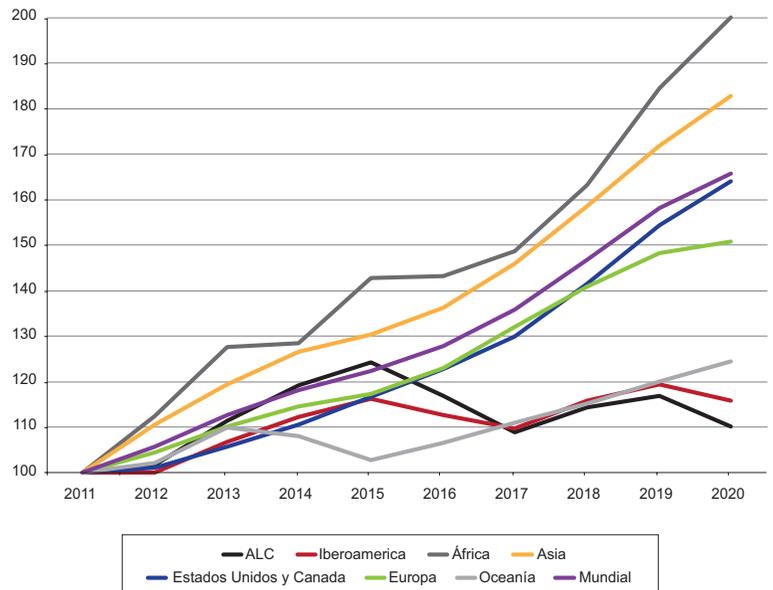
2.3. Distribución sectorial de la inversión en I+D en ALC. Año 2020.

En ALC el crecimiento de la inversión en I+D fue bastante menor al de Iberoamérica, siendo de 10% entre 2011 y 2020. Se pasa así de 53 mil millones en 2011 a más de 58 mil millones en 2020. El peso del sector gobierno en el financiamiento de la I+D es mayor al de Iberoamérica, alcanzando el 57% del total. En contrapartida, la participación de las empresas es menor, siendo responsables del 37% del financiamiento de la I+D. Se trata de una característica distintiva de los países de la región con respecto a países más desarrollados, en los que la inversión del sector empresas supera a la del gobierno. En cuanto al sector de ejecución de los recursos, los tres sectores principales tienen una participación más distribuida. El gobierno ejecuta el 27% de los recursos, las empresas el 30% y el sector de educación superior el 40%.

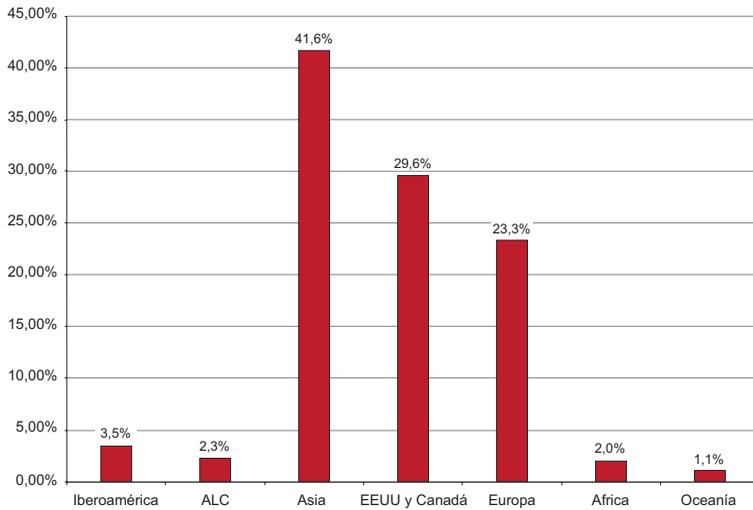


2.4. Evolución porcentual de la inversión en I+D (dólares PPC) en bloques geográficos seleccionados.

En el contexto internacional ALC fue una de las regiones que más creció en términos relativos, luego de Asia y África, hasta 2015. Luego de dos años de tendencia decreciente, logró crecer hasta el 2019 pero a un ritmo moderado que no fue suficiente para recuperar su nivel de inversión previo a 2015. El año 2020 es uno de los bloques que más sufre la caída de la inversión en I+D. Por el contrario, el resto de los bloques aquí analizados muestra un sendero de crecimiento constante hasta 2020, con excepción del conjunto de países europeos en los que se ve desacelerado su crecimiento. Es interesante ver el impulso que muestran Estados Unidos y Canadá y el bloque de países asiáticos durante 2020 (impulsado principalmente por los países de Asia Oriental).

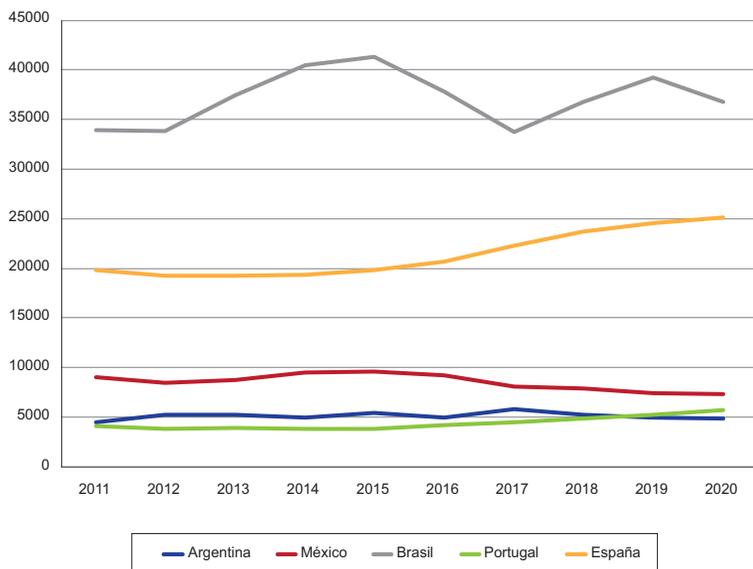


2.5. Distribución de la inversión mundial en I+D (dólares PPC) por bloques geográficos. Año 2020.



La inversión en I+D en el conjunto de países de ALC representa el 2,3% del monto total invertido en el mundo, mientras que Iberoamérica es el 3,5%. El bloque de países asiáticos tiene la mayor participación en la inversión en I+D mundial, representando el 41,6%, mientras que Estados Unidos y Canadá representan el 29,6% y los países europeos el 23,3%.

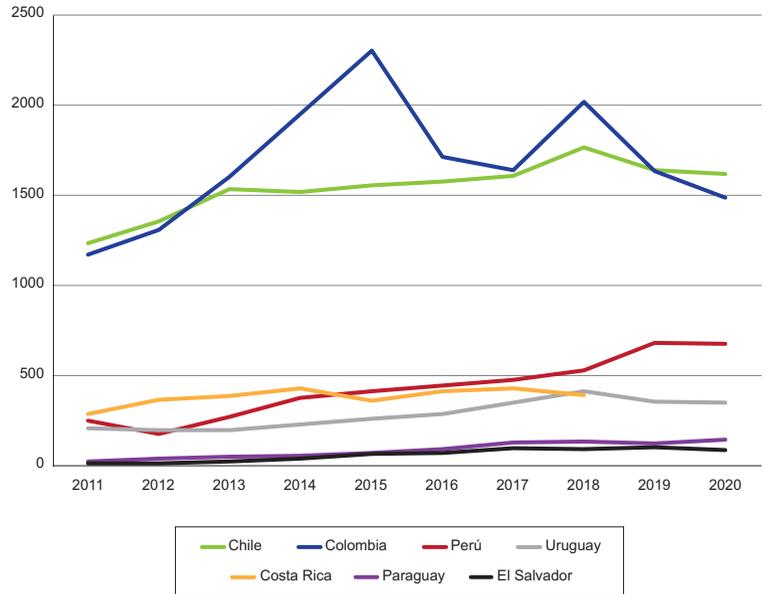
2.6. Inversión en I+D en países seleccionados (millones de dólares PPC).



Los países de mayor inversión en I+D de Iberoamérica tuvieron tendencias divergentes en el decenio culminado en 2020. Los países ibéricos, por su parte, muestran un estancamiento de la inversión a lo largo del período, con un repunte de España a partir del año 2017 que continúa hasta 2020. Dentro de los países de ALC, Brasil crece hasta el 2015, tiene un brusco descenso en 2016 y un leve crecimiento en 2018 mientras que en el 2020 experimentó nuevamente una fuerte caída de su nivel de inversión. México comienza un período de contracción a partir del año 2016 en adelante mientras que Argentina lo experimenta a partir de 2017.

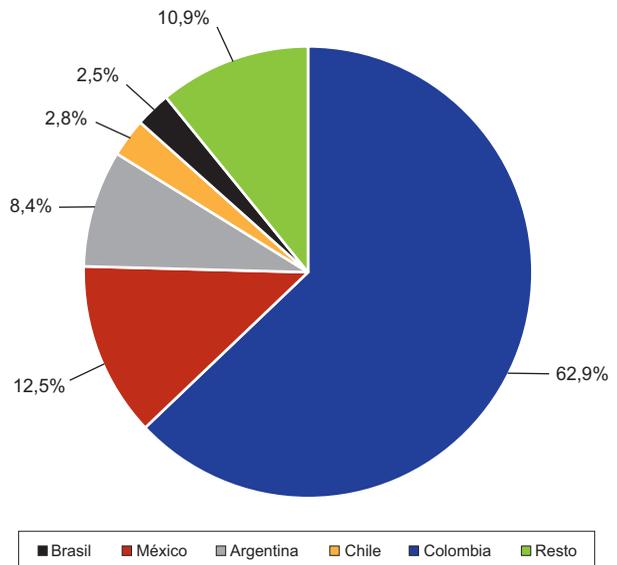
2.7. Inversión en I+D en países seleccionados (millones de dólares PPC)

En los países de ALC con un volumen de inversión menor también se aprecian diferencias. Colombia registró un incremento muy fuerte de su inversión en I+D hasta 2015, luego muestra una caída durante tres años, logra recuperar parte de su nivel de inversión en 2018, pero luego vuelve a caer hasta 2020. Chile muestra un crecimiento sostenido hasta el año 2018, año en el comienza a reducir su inversión. En el caso de Perú y Uruguay, el crecimiento ha sido lento, pero casi constante, aunque en el año de la pandemia se observa un descenso mayor para Perú. Costa Rica, tras haber alcanzado su pico en 2014, presenta bastante estabilidad en los últimos años.

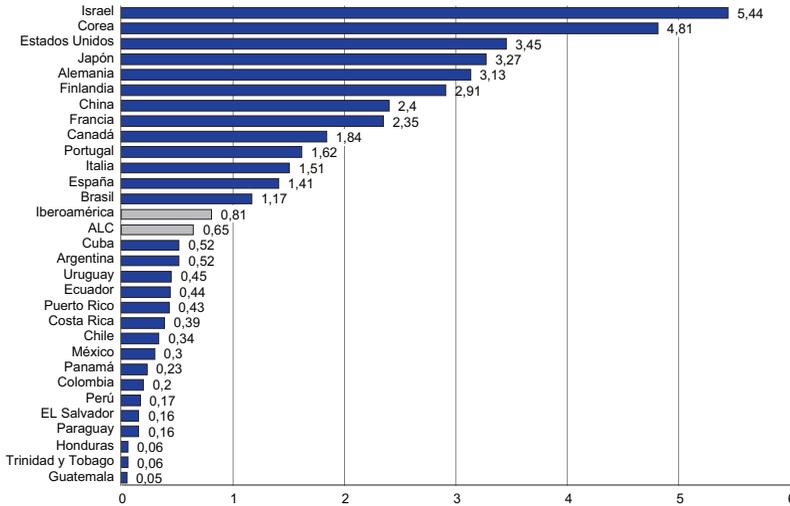


2.8. Distribución de la inversión en I+D (dólares PPC). Año 2020.

Otra característica de ALC es la fuerte concentración de la inversión en I+D: sólo Brasil representa el 63% del esfuerzo regional, mientras que México un 13% y Argentina un 8%. Muy lejos de ellos aparecen Colombia y Chile con un 3%. Si bien esta concentración guarda cierta relación con la que se da al comparar el tamaño de sus economías, la brecha existente entre estos países y el resto de los latinoamericanos en materia de inversión en I+D resulta aún más significativa.



2.9. Inversión en I+D en relación con el PBI en países y regiones seleccionados. Año 2020 o último dato disponible

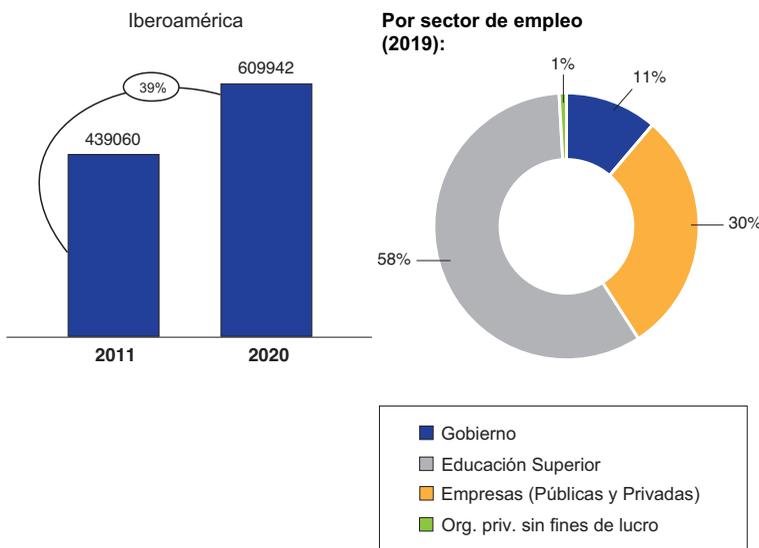


En 2020 el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,81% del producto bruto regional, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,65%. Los países ibéricos son los que mayor esfuerzo relativo mostraron durante 2020, Portugal invirtió el 1,6% de su PBI y España el 1,4%. En ambos casos, este valor es superior a años anteriores ya que se contrajo su economía mientras que los esfuerzos realizados en I+D – medidos en PPC- se mantuvieron estables para Portugal y crecieron en el caso de España. Brasil es el único país que cuenta con una inversión que representa más del 1% de su PBI, habiendo invertido en 2020 el 1,17% de su producto en I+D.

Comparativamente, la inversión de los países de ALC e Iberoamérica continúa siendo inferior a la inversión realizada por los países industrializados. Por ejemplo, Israel destina el 5,4% de su PBI mientras que Alemania y Estados Unidos se encuentran en torno al 3%.

3. RECURSOS HUMANOS DEDICADOS A I+D EN IBEROAMÉRICA

3.1. Cantidad de Investigadores (EJC) de Iberoamérica. Valores totales y distribución según sector de empleo

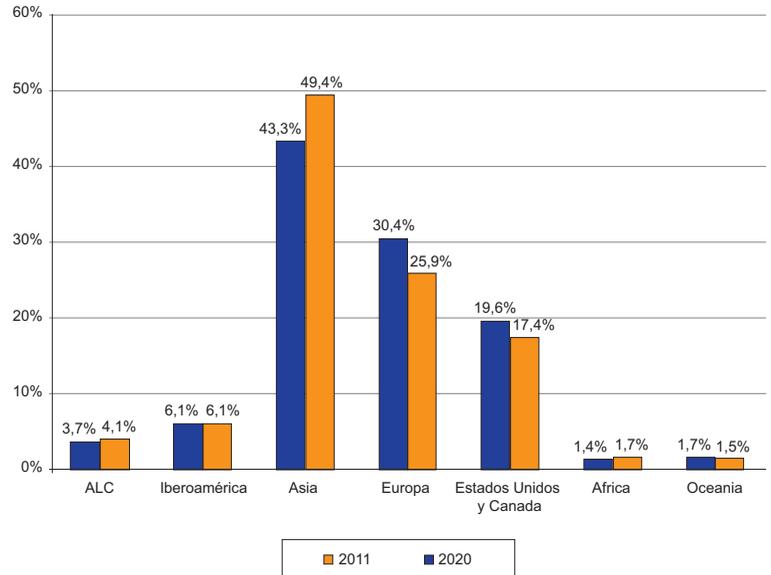


La cantidad de investigadores en Equivalencia a Jornada Completa (EJC) en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 39% entre 2011 y 2020, pasando de 439.060 a 609.942. La información sobre la cantidad de investigadores se encuentra expresada en EJC, una medida que facilita la comparación internacional ya que se trata de la suma de las dedicaciones parciales a la I+D que llevan a cabo los investigadores durante el año. Refiere así con mayor precisión al tiempo dedicado a la investigación y resulta de particular importancia en sistemas de ciencia y tecnología en los que el sector universitario tiene una presencia preponderante, como es el caso de los países de América Latina, donde los investigadores distribuyen su tiempo con otras actividades como la docencia o la transferencia. Si tenemos en cuenta la distribución de los recursos humanos de acuerdo con su sector de empleo, en 2020 el 58% de los investigadores realizó sus actividades en el ámbito universitario. El 30% lo hizo en el sector empresarial y el 11% en instituciones de I+D pertenecientes al ámbito público.

3.2. Distribución de Investigadores (EJC) por bloques geográficos seleccionados.

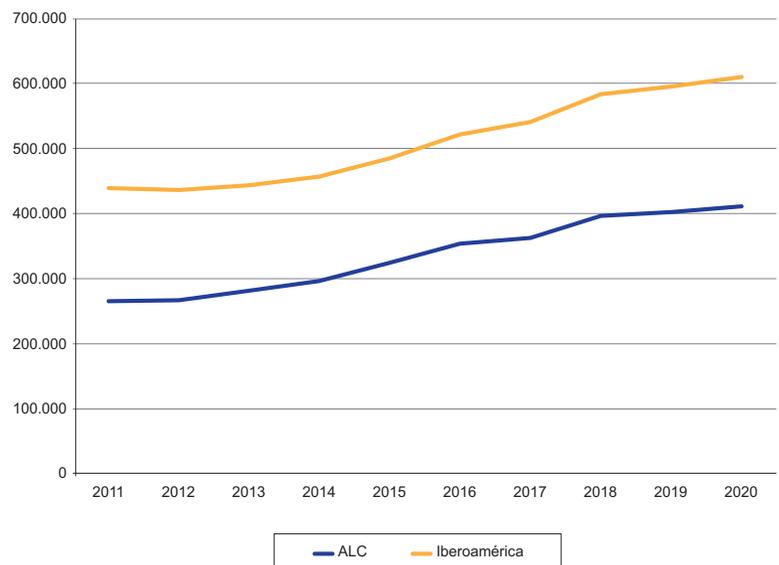
Los investigadores (EJC) de ALC representan el 4,1% del total mundial en 2020 y su peso se incrementó respecto a 2011, superando la participación regional en la inversión. El peso relativo de los investigadores de Iberoamérica es del 6,1% y se ha mantenido constante en el periodo.

En valores absolutos, los investigadores (EJC) de ALC se han incrementado un 55%, mientras que los de Iberoamérica lo han hecho un 39%. El bloque de países asiáticos es el que más ha crecido, representando el 49,4% de los investigadores a nivel mundial, con un crecimiento del 59% en la cantidad de investigadores EJC entre 2011 y 2020 y ampliando la brecha con respecto a los países europeos y a Estados Unidos junto con Canadá.

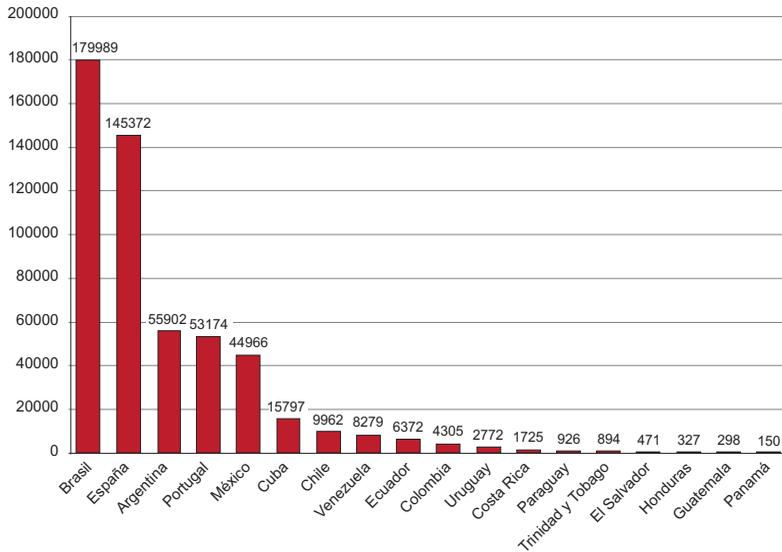


3.3. Evolución de la cantidad de investigadores (EJC) en ALC e Iberoamérica.

Si analizamos la evolución de la cantidad de personas dedicadas a tiempo completo en tareas de investigación, vemos que la misma tiende a un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos diez años en ambas regiones, aunque a un ritmo menor a partir de 2018.

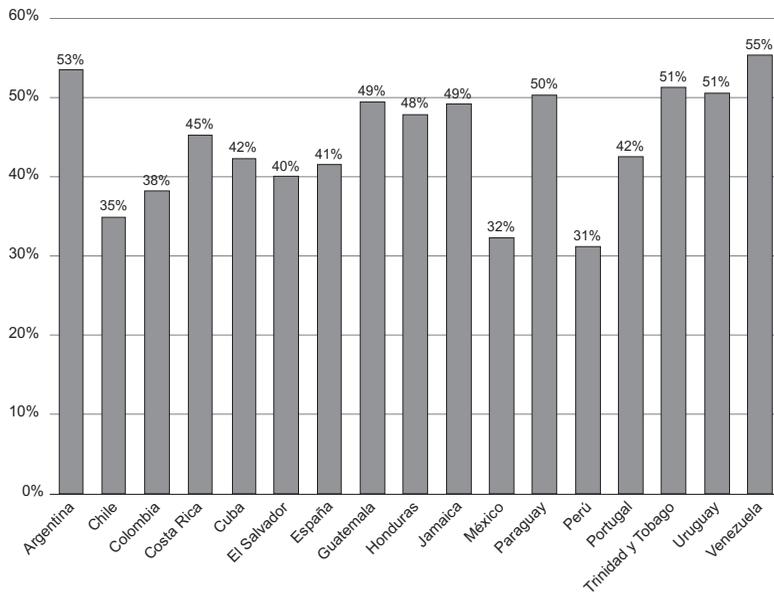


3.4. Cantidad de investigadores (EJC) en países seleccionados. Año 2020 o último dato disponible.



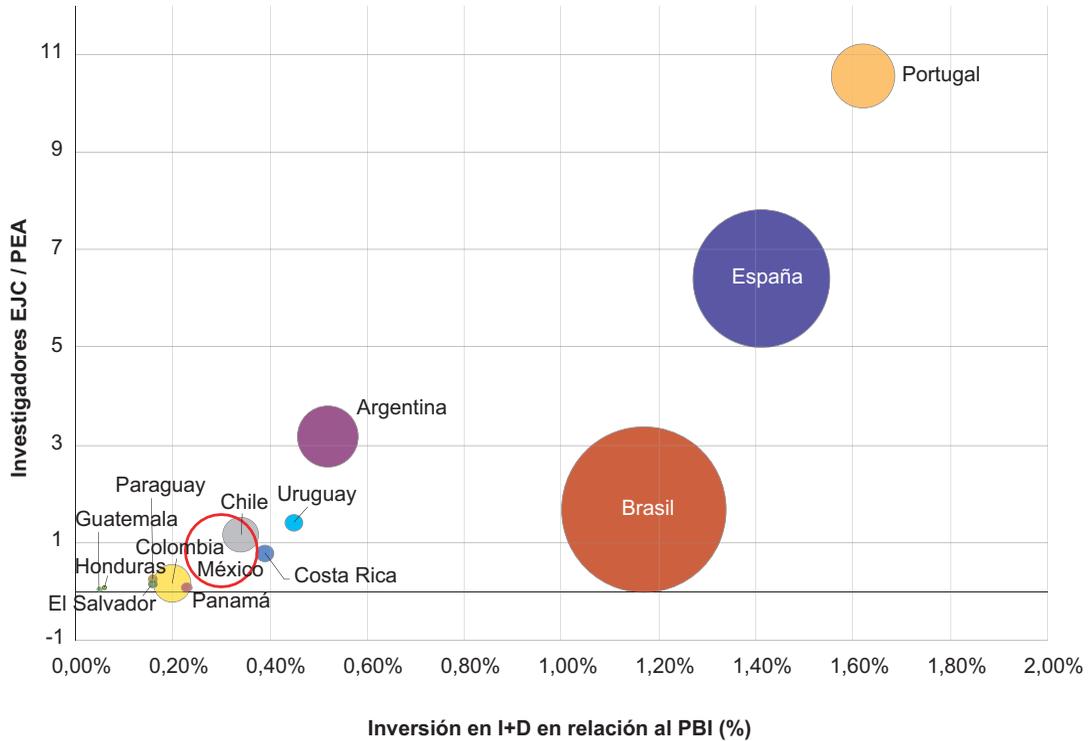
Al igual que lo que ocurre con la inversión en I+D, la región muestra una distribución de recursos humanos muy desigual entre los países. Brasil y España concentran la mayor cantidad de investigadores, con 179.989 investigadores en Brasil y 145.372 en España. Estos valores casi triplican el dato del país que sigue: Argentina, con 55.902 investigadores. Luego sigue Portugal, con 53.174 investigadores, y México con 44.966.

3.5. Porcentaje de mujeres investigadoras y/o becarias en países seleccionados. Año 2020 o último dato disponible.



Resulta interesante analizar la participación de mujeres respecto del total de personas dedicadas a tareas de investigación (investigadores/as y becarios/as). En 2020, la cantidad de mujeres que trabajan como investigadoras es menor al 50% en la mayoría de los países de la región, aunque reflejando brechas por sexo de diferente magnitud. En Chile, México y Perú las mujeres representan tan sólo un tercio de las personas que investigan. Por otro lado, en Argentina, Uruguay, Trinidad y Tobago y Venezuela superan el 50%.

3.6. Mapa de posicionamiento de países iberoamericanos según recursos dedicados a I+D



22

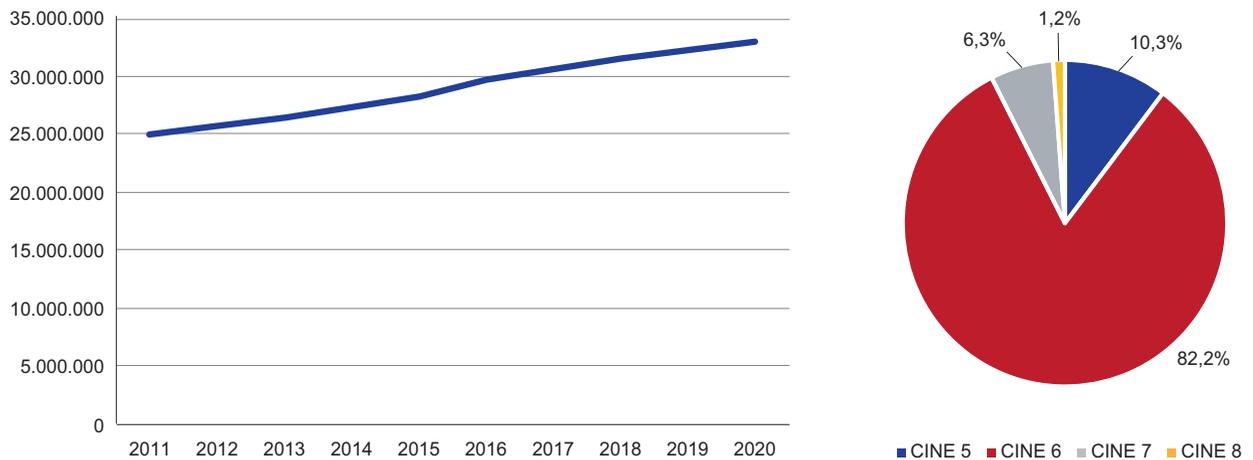
En este gráfico están representados los países de Iberoamérica de acuerdo con tres variables que resumen los recursos financieros y humanos dedicados a la I+D. El tamaño de la burbuja es proporcional a la inversión en I+D que realiza cada país y éstas se ubican de acuerdo con los valores que adopta la inversión en relación con el PBI en el eje horizontal y la cantidad de investigadores EJC cada mil integrantes de la población económicamente activa (PEA) en el eje vertical.

Los países mejor posicionados de acuerdo con estas variables de análisis (es decir los más cercanos al cuadrante superior derecho) son Portugal, España y, en menor medida, Brasil. Tanto en el caso brasileño como el mexicano, la cantidad de investigadores en relación con la PEA es menor que la de algunos países con economías de menor tamaño relativo. El caso argentino es inverso, con una intensidad de inversión respecto al PBI baja, logra una mejor posición en relación a la cantidad de investigadores según la PEA.

Además, la mayor cantidad de países se ubican en valores menores al 0,5% de la inversión en I+D en relación con el PBI, y con un investigador EJC cada mil integrantes de la PEA. Entre ellos, se desatan Chile y Colombia por la cantidad de recursos que destinan a I+D y, con volúmenes de inversión mucho menores, Ecuador, Uruguay y Costa Rica.

4. FLUJO DE ESTUDIANTES Y GRADUADOS

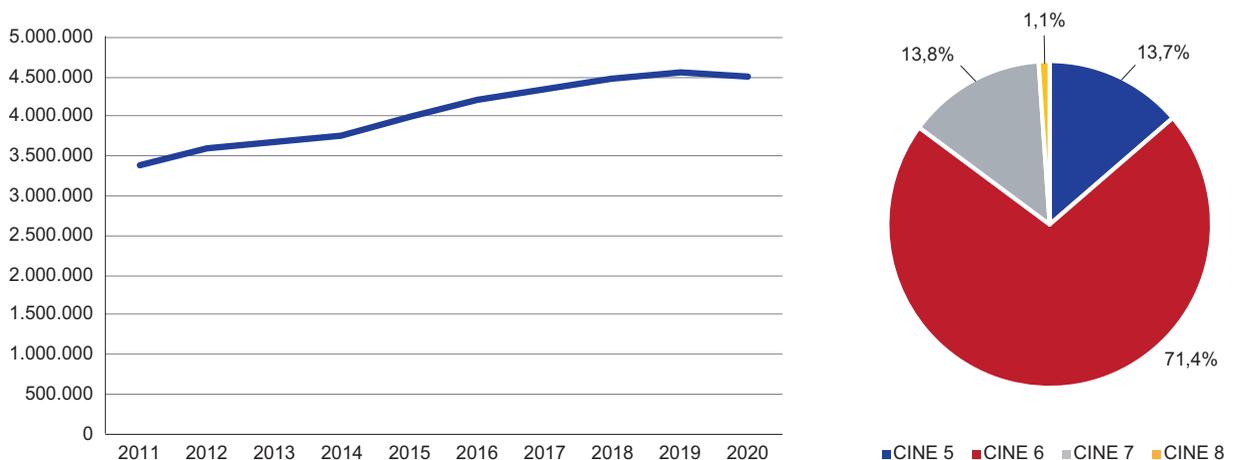
4.1. Evolución del número de estudiantes en la educación superior en Iberoamérica y distribución por nivel CINE



Según datos de la Red INDICES (www.redindices.org), el total de estudiantes en la educación superior de Iberoamérica pasó de casi 25 millones en 2011 a casi 33 millones en 2020, lo cual implicó un crecimiento del 32% punta a punta. Si analizamos su composición según los niveles de la Clasificación Internacional Normalizada de Educación (CINE), observamos que en el año 2020 el 82% de los estudiantes corresponden al nivel 6 (licenciatura), le siguen el nivel 5 (terciarios no universitarios) con un 10% y el 7 (maestría) y 8 (doctorado) con 6% y 1% respectivamente.

23

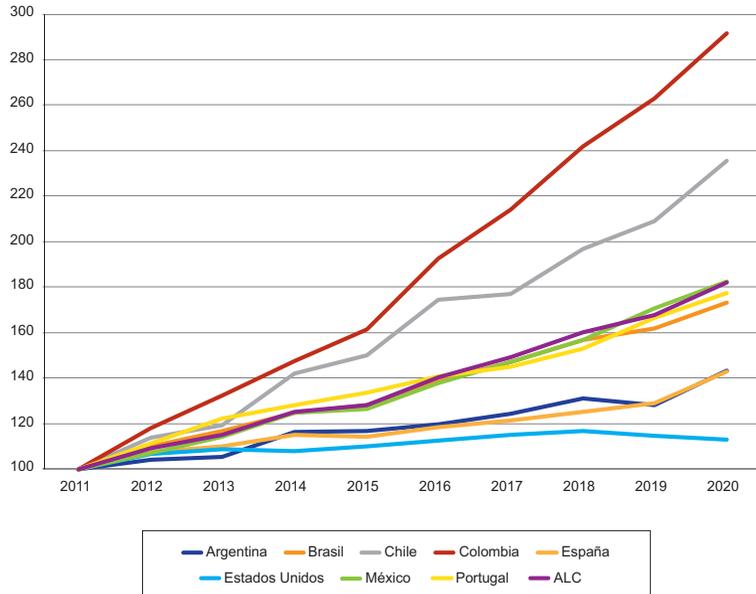
4.2. Evolución del número de graduados de la educación superior en Iberoamérica y distribución por nivel CINE



El número total de graduados en Iberoamérica experimentó un crecimiento significativo si analizamos su evolución desde el año 2011 al 2020: durante esos diez años pasó de alrededor de 3,4 millones de graduados en 2011 a 4,5 millones en el año 2020 (32% más). Sin embargo, es interesante ver que el egreso a nivel regional se vio afectado por las restricciones presentadas por la pandemia del COVID-19 y cambió su tendencia de crecimiento en el último año, cayendo 1,3% respecto al año anterior. En relación a la distribución por nivel CINE en 2020, con un 71%, predominan las graduaciones del nivel 6 (licenciatura), seguidos por los graduados de nivel 5 (terciarios no universitarios) y 7 (maestrías), con valores muy similares cercanos al 14%. Coincidiendo con la participación porcentual de los estudiantes, los graduados del nivel 8 (doctorado) representaron el 1% del total.

5. INDICADORES DE PRODUCTO

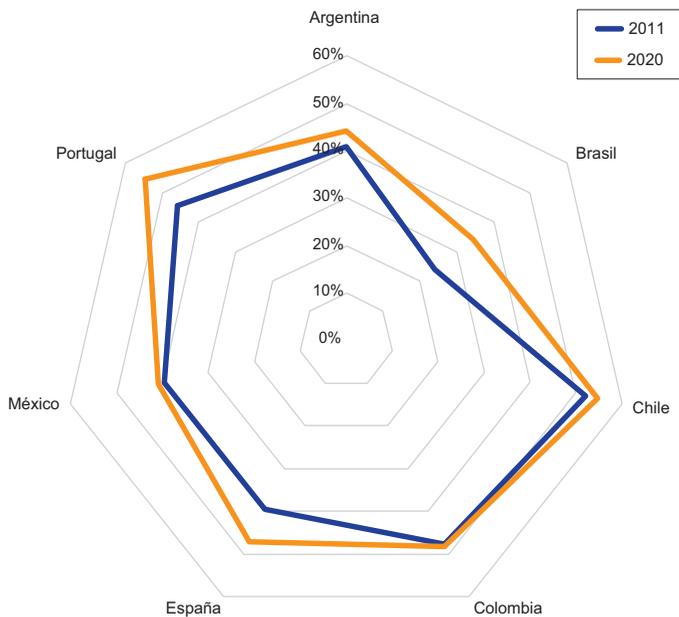
5.1. Evolución porcentual del número de publicaciones en Scopus



En los años comprendidos en esta serie, la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en Scopus por autores de ALC creció un 82%, destacándose el crecimiento de Colombia y Chile que triplican y duplican, respectivamente, la cantidad de publicaciones en esta base de datos. Es también destacable el crecimiento que experimentaron las publicaciones argentinas y españolas en el último año.

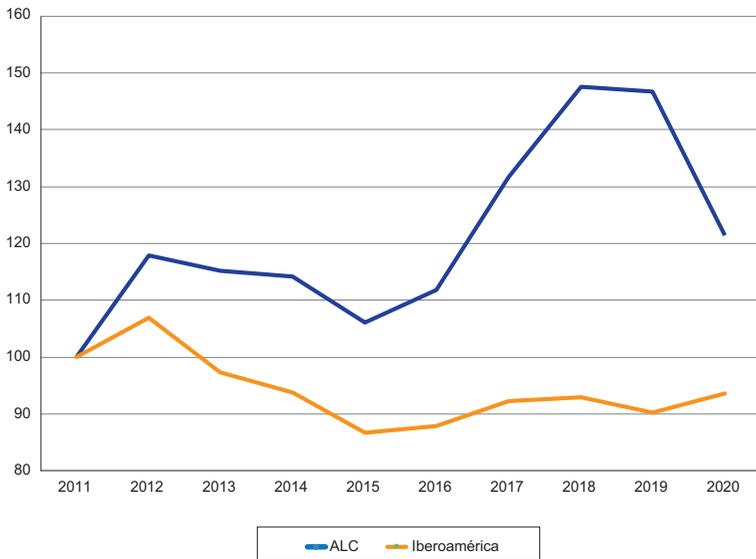
Estados Unidos, el líder mundial en base al volumen de su producción científica, muestra una evolución estable y sostenida a lo largo del tiempo con un crecimiento del 13%.

5.2. Colaboración internacional en Scopus



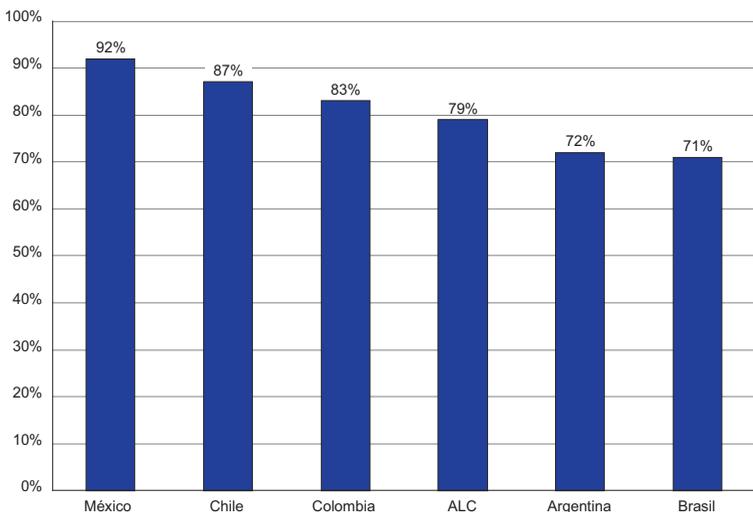
La colaboración internacional, considerada a partir de las publicaciones firmadas en colaboración con instituciones de otro país, muestra un incremento en los principales países de la región. Chile es el país con mayor porcentaje de colaboración con el 55%, seguido por Portugal con el 54% y luego Argentina con el 44%. México y Colombia mantuvieron prácticamente estable su nivel de colaboración en el período con valores cercanos al 40% para México y del 48% para Colombia. En 2020 el 34% de las publicaciones de Brasil fueron firmadas en colaboración con instituciones de otros países, un nivel de colaboración más alto que en años previos.

5.3. Evolución porcentual del número de solicitudes de patentes PCT



Con grandes altibajos, el número de patentes internacionales solicitadas mediante el Tratado de Cooperación en Patentes (PCT) por titulares iberoamericanos descendió un 6% entre 2011 y 2020, mientras que ALC se incrementó en un 21%, mostrando una abrupta caída en el último año de la serie. En ALC, donde el volumen de patentes PCT es más bajo, el incremento fue liderado por Chile, Colombia y Perú. Las patentes de titulares brasileños aumentaron un 20% mientras que la de argentinos disminuyeron un 37% en el período.

5.4. Solicitudes de patentes por no residentes en relación con el total de solicitudes en países seleccionados. Año 2020.



Pasando ahora a las patentes solicitadas en las oficinas de propiedad intelectual de los países de la región, en el año 2020 el 79% de las solicitudes de patentes en países de ALC corresponde a no residentes, principalmente a empresas extranjeras protegiendo productos en los mercados de la región. México es el país en el que este fenómeno es más marcado, con un 92% del total de las solicitudes en manos de no residentes. En Chile ese valor fue del 87% y en Colombia del 83%. Uno de los valores más bajos de ALC lo obtuvieron Argentina y Brasil, donde el 72% y el 71% de las solicitudes corresponden a no residentes.

2. DOSSIER: TRANSICIÓN ENERGÉTICA



2.1. PRESENTACIÓN

MARIANO JABONERO

Secretario General de OEI

Hace ya más de cien años Lord Kelvin, el célebre físico y matemático, decía “lo que no se mide no se puede mejorar, lo que no se mejora se degrada siempre”. La propia actividad científica no está exenta de esa regla y, en términos más actuales, la información concreta, confiable y abundante resulta clave para tener políticas efectivas que mejoren nuestras sociedades.

Entre otros mandatos, la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) tiene la misión fundacional de llevar adelante acciones de cooperación en el campo de la ciencia y la tecnología. Desplegamos para ello distintas actividades que tienen como propósito acompañar el gran esfuerzo que hace Iberoamérica para desarrollar y consolidar sus sistemas de ciencia tecnología e innovación. Una de ellas, en la que venimos teniendo un éxito importante, es generar información comparable para la toma de decisiones y la gestión en los países de la región. Un hito posible gracias al trabajo que viene realizando la RICYT durante más de 25 años y la coordinación que de esta lleva a cabo nuestro Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI). Es un ejemplo evidente de que esos esfuerzos que están llevando a cabo los países de la región para fortalecer sus capacidades científicas necesitan ser sostenidos en el tiempo y que el apoyo de la OEI a estas garantiza, entre otros aspectos, la continuidad necesaria para que puedan producir los resultados esperados.

En particular, como producto informativo, “El Estado de la Ciencia” es desde hace años una publicación de referencia en la región. Es, además, un claro producto de la cooperación. Los datos que anualmente compila son el aporte directo de los organismos de ciencia de los gobiernos iberoamericanos y se complementan con la

mirada de expertos y académicos. Nos acompaña en este esfuerzo, como en tantos otros, un socio muy especial: la UNESCO, con la que compartimos la misión de impulsar la educación, la ciencia y la cultura, tres aspectos fuertemente entrelazados e imprescindibles para el desarrollo de nuestros países.

La cooperación que OEI mantiene con UNESCO es un ejemplo virtuoso a nivel global. Compartiendo metas comunes, hemos formalizado acuerdos para no duplicar esfuerzos y actividades. Por el contrario, nos coordinamos y apoyamos mutuamente para tener el mayor impacto posible en todos nuestros campos de acción.

“El Estado de la Ciencia”, que editamos en conjunto desde hace algunos años, también ha ido evolucionando. Si bien sigue contando con una selección de datos estadísticos, los estudios y análisis que contiene han ido ganando protagonismo con el tiempo. A través de estos conseguimos atender temas emergentes y de creciente interés, y ofrecer un análisis autorizado sobre su repercusión en nuestra región gracias a las aportaciones de investigadores y expertos iberoamericanos. Mientras que, por otra parte, la evolución tecnológica y el aumento en la cantidad de indicadores disponibles han hecho que las bases de datos digitales que pone a disposición la RICYT en la web sean un espacio más adecuado para presentar y visualizar información estadística, dejando espacio para que este libro sea un lugar de análisis de la información.

En ese proceso, y con el ánimo de centrar el objetivo en los asuntos de mayor importancia en la agenda mundial y regional, en esta edición se dedica por primera vez un amplio espacio a un dossier temático. El propósito

es abordar a través de los mismos retos y desafíos en cuya solución la ciencia y la tecnología tengan un rol preponderante. El tema elegido para este primer dossier es un claro ejemplo: la transición energética.

La ciencia nos ha permitido entender el cambio climático y el papel que tienen en este proceso los gases de efecto invernadero. Así como medir la magnitud de ese problema, y en función de ello se acordaron una serie de metas en el Acuerdo de París. Para cumplirlas debemos detener la emisión de gases de efecto invernadero en los próximos veinte años. Esto implica una rápida modificación de nuestros modelos de producción, distribución y consumo de energía.

La tecnología pone sobre la mesa una serie de herramientas para apoyar ese proceso. Por ejemplo, la producción de hidrógeno verde como fuente limpia de energía o el desarrollo de baterías de litio que, entre otros usos, podrían impulsar la electromovilidad y mitigar la demanda de combustibles fósiles. En ambos casos, Iberoamérica tiene condiciones para convertirse en un actor importante en este proceso.

Sin embargo, no se trata sólo de un problema tecnológico. Este cambio, como todos, tendrá impactos en la sociedad -positivos y negativos- que será necesario gestionar. Así, serán claves la políticas que adopten los países y las regulaciones que pongan en práctica. Será central también impulsar las capacidades científicas y tecnológicas de los países iberoamericanos en estos temas, para que el aporte de la región a la investigación y el desarrollo mundial para la transición energética nos permita ser protagonistas de este proceso. Este dossier es un espacio para poner en común y discutir esas problemáticas, urgentes para el desarrollo iberoamericano.

2.2. PRESENTACIÓN

SHAMILA NAIR-BEDOUELLE

Subdirectora General de Ciencias Naturales de UNESCO

La UNESCO colabora con la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) desde su creación en 1995. A lo largo de los años hemos acompañado su labor de desarrollo de metodologías, asistencia a gobiernos y formación de recursos humanos para la recopilación de datos en toda América Latina y el Caribe.

Desde hace 5 años, apoyamos la publicación anual de la RICYT sobre El Estado de la Ciencia, que ofrece una representación gráfica de los principales indicadores y tendencias de la ciencia y la tecnología iberoamericana sin perder de vista el contexto global. Esta publicación es un esfuerzo conjunto. Los países que participan en la red aportan datos a cada volumen, mientras que una activa comunidad de expertos y diversas organizaciones internacionales aportan análisis adicionales. Cada año, esta publicación incluye un conjunto de estudios que se centran en diferentes temas relacionados con la política científica y tecnológica.

La relación de la UNESCO con la RICYT se ha consolidado desde que la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) creó un Observatorio de Ciencia y Tecnología en asociación con la RICYT en 2008, ya que esta medida ha permitido estrechar los lazos trilaterales. La UNESCO y la OEI comparten una agenda común en relación con la educación, la ciencia y la cultura para el desarrollo regional. Estos lazos se han reforzado con la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en 2015, ya que ambas instituciones estamos apoyando a los países de la región a alcanzar sus objetivos en el marco de esta agenda.

En julio de 2020, la UNESCO y la OEI dimos un paso más en esta colaboración cuando decidimos impulsar nuestros esfuerzos conjuntos para fortalecer la capacidad de los Estados Miembros para diseñar e implementar políticas públicas en ciencia y tecnología. Formalizamos este compromiso a través de una carta de acuerdo que abarca tres áreas en las que ambas organizaciones llevan años trabajando conjuntamente, a saber: i) Información estadística sobre ciencia y educación superior; ii) Análisis de políticas de ciencia, tecnología y educación superior, y iii) Vínculo sociedad, ciencia y tecnología.

Unos meses más tarde, seguimos con la firma de un acuerdo de cooperación más amplio en París a principios de 2021 que se centró en la Agenda 2030. Este acuerdo fue firmado por el Secretario General de la OEI, Mariano Jabonero, y la Directora General de la UNESCO, Audrey Azoulay.

Este acuerdo compromete a nuestras instituciones a trabajar conjuntamente a través de la Plataforma del Foro de Ciencia Abierta para América Latina y el Caribe (CILAC), en particular, para fortalecer la cooperación científica para que la ciencia, la tecnología y la innovación puedan desempeñar su papel en el impulso de la transformación sostenible de la región. El acuerdo también incluye iniciativas destinadas a mejorar la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, fortalecer la educación superior y fomentar la adopción de la inclusión y la equidad como principios básicos de una educación de calidad.

Convencidos del papel preponderante que desempeñarán la ciencia y la tecnología en el cumplimiento de los ODS,

la UNESCO y la OEI han decidido preparar dossiers temáticos sobre los desafíos políticos relacionados con la Agenda 2030 para cada edición de El Estado de la Ciencia a partir de 2022.

Para la UNESCO, la necesidad de este análisis político es evidente. La UNESCO lleva casi 30 años haciendo un seguimiento de las tendencias en la gobernanza de la ciencia y el esfuerzo científico a través del Informe de la UNESCO sobre la Ciencia, que se publica cada cinco años. La última edición de 2021 constata que algunos marcos políticos nacionales tienen dificultades para adoptar un enfoque coherente del desarrollo sostenible. La planificación estratégica para el desarrollo de infraestructuras y la creación de puestos de trabajo no siempre se enfoca desde el punto de vista del desarrollo sostenible, sino como un programa paralelo. El informe señala que todos los gobiernos deben garantizar las políticas y los recursos para que su doble transición digital y verde apunten en la misma dirección en los distintos sectores económicos -y en los distintos ministerios competentes- hacia el mismo objetivo estratégico de desarrollo sostenible.

Dada la relevancia estratégica de la transición energética como facilitadora del cumplimiento de los demás Objetivos de Desarrollo Sostenible, el primer dossier temático sobre los retos políticos relacionados con la Agenda 2030 para el Estado de la Ciencia se dedicará al ODS 7: Energía asequible y limpia.

32 Esta visión regional de los retos políticos relacionados con el ODS 7 será un excelente complemento del dossier de la UNESCO sobre el ODS 7 (https://www.unesco.org/reports/science/2021/sites/default/files/medias/fichiers/2022/08/USR21_policy-brief_SDG-7.pdf) elaborado como subproducto del Informe sobre la Ciencia, entre otros, que les invitamos a consultar.

En conclusión, deseo reafirmar el compromiso de la UNESCO tanto para aprovechar la ciencia para el desarrollo sostenible, como con la creación de capacidades en América Latina y el Caribe, en coordinación con nuestros socios en la región, para garantizar que el desarrollo se base en el conocimiento y sea sostenible, para que nadie se quede atrás.

2.3. TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y AGENDA 2030: EL ODS 7

GUILLERMO ANLLÓ *

“Tenemos un doble imperativo para acabar con la pobreza energética y limitar el cambio climático. Y tenemos una respuesta que cumplirá ambos imperativos. Energía asequible, renovable y sostenible para todos.”

António Guterres, secretario general de la ONU

Cuando nos alimentamos ingerimos energía, la que de alguna manera ha sido transformada, metabolizada desde el sol por la fotosíntesis, para llegar a nuestros platos en las más diversas formas. Cuando un niño ingiere dulces y al rato lo vemos saltar, correr, reír, rápidamente decimos que está lleno de energía. Cuando llega el fin del día, o cuando terminamos largas jornadas laborales, solemos expresar que nos falta energía. La energía es fuente de vida; nosotros somos energía.

La energía no es solo fundamental para nuestra supervivencia biológica, sino que, desde que aprendimos a producirla, almacenarla, transportarla, también se ha convertido en la base del desarrollo. La energía está presente a lo largo de nuestro día: desde que suena el despertador, hasta que apagamos la luz para dormir, pasando por el baño, la cocina y los demás quehaceres cotidianos.

Se podría relatar la evolución de la humanidad a lo largo del siglo XX a partir de explicar la explotación y el manejo de fuentes de energía no renovables, las que comienzan a dar señales de agotamiento, preanunciando el fin de una era, al mismo tiempo que nos obliga a explorar alternativas. La energía es fundamental en todos los desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo hoy; toda

actividad en la sociedad moderna requiere energía para operar. A su vez, las fuentes mayormente utilizadas presentan externalidades negativas con el ambiente, incidiendo sobre el cambio climático. Ambos problemas, el del agotamiento y el de la contaminación, son desafíos globales que nos involucran a todos como humanidad. La acción del vecino impacta sobre nosotros, ya sea por un mayor consumo, limitando nuestro acceso, como por un mal uso de fuentes contaminantes, las que no solo tienen consecuencias para quien las utiliza, sino también para los que estamos alrededor.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 reúnen, de una manera sencilla de ver, los desafíos globales que enfrenta la humanidad. Ante tal circunstancia, se constituyen en una agenda política universal que exige una acción colectiva para mejorar las condiciones de vida de las personas y del planeta. Estos han sido diseñados para representar la gama completa de problemas actuales sobre la sostenibilidad a escala mundial.¹ Por tanto, cubren una diversa lista de problemas en distintos ámbitos, los que remiten a las tres dimensiones del desarrollo sostenible: la social (salud, pobreza, educación, migración, igualdad de género, etc.), la económica (producción y consumo, empleo,

33

* Especialista Regional a cargo del Programa de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe de UNESCO.

1. Dannevig, H., Korsbrette, M. y Hovelsrud, G. (2022). Advancements of sustainable Development goals in co-production for climate change adaption Research. *Climate Risk management*, 36, 1-9.

2. Chávez Galeana, D. (2022). Producción de conocimiento científico en América Latina, 2000-2020: Un estudio del perfil de la especialización temática de la producción de conocimiento científico y de su relación con los Grandes Desafíos [Tesis de maestría]. Mimeo.

energía, resiliencia, etc.) y la ambiental (cambio climático, agua, ecosistemas, etc.). Finalmente, para llevar adelante la Agenda 2030 y afrontar los desafíos que contiene, se plantean los aspectos institucionales necesarios para su consecución (instituciones responsables, coordinación de políticas, transparencia, eficacia, reducción de la corrupción y la violencia, etc.).²

Es importante remarcar que debemos comprender a la Agenda 2030 de manera integral, ya que los 17 objetivos que la componen deben abordarse en conjunto para poder garantizar un desarrollo sostenible. Todos ellos se encuentran interconectados. La consecución de cada uno individualmente no es neutra para los demás, ni garantiza que se pueda cumplir con la agenda de ese modo. Existen trade off entre los 17 ODS. El avance en ciertas metas individualmente puede generar tensiones o incluso retracción en otras metas (como sería el caso de combatir el hambre con la tala del Amazonas para plantar cereales). Por ello, la Agenda 2030 debe abordarse sistémicamente. No obstante, como dijera Rachel Kyte, exdirectora general y representante especial del secretario general de las Naciones Unidas sobre energía sostenible para todos, “el Objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus cinco metas correspondientes constituyen el núcleo central de los 17 ODS. Si no cumplimos el Objetivo relativo a la energía, será extremadamente difícil proporcionar acceso a una atención sanitaria o a una educación de calidad, conseguir la igualdad de género, generar empleo y crecimiento, garantizar un consumo sostenible o luchar de forma efectiva contra el cambio climático que amenaza con socavar el logro de todos los objetivos. El ODS 7 es fundamental para prácticamente todos los aspectos del desarrollo y, por esa razón, el éxito en su consecución deberá concentrarse en las fases iniciales; necesitamos alcanzar sus metas mucho antes de 2030 para garantizar las condiciones que permitan progresar en el logro de otros objetivos”.³

Objetivo de Desarrollo Sostenible 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna

Este objetivo, como los demás que componen la Agenda 2030, presenta diferentes metas:

- 7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos
- 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas
- 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- 7.a. De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas

las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias

• 7.b. De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo. Sin embargo, el uso de combustibles fósiles ha impactado de forma negativa en el medio ambiente, por lo que es necesario transformar nuestro sistema energético para que sea renovable y sostenible. La energía sostenible es una oportunidad que transforma vidas, economías y el planeta.⁴

Cuando se anunció la Agenda 2030 en 2015, el 13% de la población mundial aún no tenía acceso a servicios modernos de electricidad; 3.000 millones de personas seguían dependiendo de la madera, el carbón, el carbón vegetal o los desechos de origen animal para cocinar y calentar la comida; la producción de energía representaba alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero; se habían registrado 4,3 millones de muertes en 2012 por causa de la contaminación del aire en locales cerrados debido al uso de combustibles para la energía doméstica -una tasa más elevada que las de la malaria y la tuberculosis-, las que también marcaban un sesgo de género ya que seis de cada diez de dichas muertes fueron mujeres y niñas; y solo el 17,5% del consumo final de energía provenía de energías renovables.⁵

El ODS 7 plantea cuatro dimensiones superpuestas y, en cierto sentido, concatenadas, a ser abordadas para su resolución: la asequibilidad, la fiabilidad, la sostenibilidad y la modernidad. Como Wu & Wu⁶ plantean en su artículo, cada una de esas dimensiones exigen una reflexión para la acción.

El 40% de la población mundial utilizando combustibles de biomasa tradicional para cocinar, con altas chances de contaminar el aire interior, nos marcan la clara heterogeneidad en el uso y acceso a energía, el que se vincula al poder adquisitivo. Es decir, garantizar más acceso depende de una mejor distribución del ingreso.

Ahora bien, la disponibilidad de ingresos no garantiza una energía segura y sostenible. Muchos lugares del mundo adolecen de fuentes de energía fiables, con un suministro intermitente. El 20% de la población mundial sigue sin tener electricidad y una proporción aún mayor sufre cortes de

3 Más información en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-futuro-de-la-iniciativa-energia-sostenible-para-todos-en-la-promocion-de-la-energia>.

4 Más información en: <https://agenda2030lac.org/es/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante>.

5. Más información en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>.

6. Wu, J. y Wu, T. (s/f). Objetivo 7—Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. Recuperado de: <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-7-garantizar-el-acceso-una-energia-asequible-fiable-sostenible-y-moderna-para-todos>.

electricidad persistentes.⁷ Es importante remarcar que se estima que el 90% del crecimiento de la demanda energética durante el próximo cuarto de siglo provendrá de países en vías de desarrollo, asociado básicamente a las proyecciones de crecimiento demográfico y su desarrollo consecuente, y atentando contra la sostenibilidad.

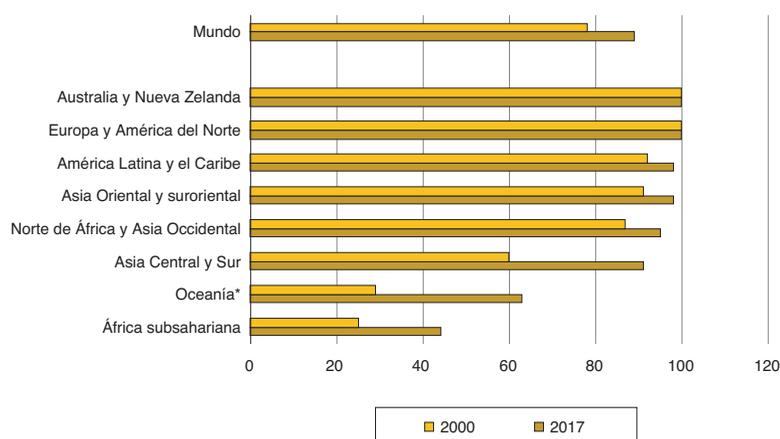
Acceder a fuentes de energía fiables y sostenibles requiere de abordajes pragmáticos, polifacéticos e innovadores. Es necesario explorar nuevas alternativas, accesibles a todos, más eficientes y sustentables. Todo ello exige soluciones innovadoras que se basen en conocimiento científico. Se deben hallar soluciones a escala mundial, en las que deben trabajar juntos gobiernos y organismos, pero también la sociedad y la comunidad científica. Es importante aceitar la cooperación internacional y hace falta impulsar la diplomacia científica. De ese modo ingresaremos a la modernidad, sin dejar a nadie atrás.

Evolución de las metas del ODS 7

Los mecanismos de seguimiento —como el Global Tracking Framework— y los informes anuales sobre los ODS miden el progreso hacia los objetivos esbozados en los 17 ODS. En relación con la evolución en América Latina y el Caribe, es la CEPAL quien monitorea la evolución de los indicadores para la Agenda2030 en general.

En la búsqueda de una energía accesible y sostenible se han dado variadas señales de progreso. El acceso a la electricidad en los países más pobres ha comenzado a acelerarse, la eficiencia energética continúa mejorando y la energía renovable está logrando resultados excelentes en el sector eléctrico.⁸ Sin embargo, a pesar de los progresos observados, la velocidad a la que se dan no es suficiente para garantizar alcanzar las metas establecidas antes del 2030.

Gráfico 1. Población con acceso a electricidad entre 2000 y 2017 (en %)



7. Wu, J. y Wu, T. (s/f). Objetivo 7—Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. Recuperado de: <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-7-garantizar-el-acceso-una-energia-asequible-fiable-sostenible-y-moderna-para-todos>.

8. Más información en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>.

La eficiencia energética (EE) no es una de las prioridades políticas en muchos países de la región. La creciente demanda de energía y la amenaza del cambio climático imponen a los países la obligación de repensar su sistema energético, si es que desean “garantizar el acceso a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos”. Sin embargo, muchos expertos plantean la importancia de implementar medidas de EE antes de implementar las energías renovables, a fin de poder reducir esta creciente demanda por energía de la región.

Para fortalecer el camino hacia la adopción de medidas más agresivas de EE en la región, la CEPAL ha desarrollado el proyecto “Observatorio Regional de Energía Sostenible para la Región de América Latina y el Caribe” (ROSE, por sus siglas en inglés).⁹ ROSE tiene como objetivo fortalecer las capacidades técnicas de la región para generar conjuntos de datos relevantes y exhaustivos en la forma de indicadores, y mejorar las capacidades nacionales de los países de la región para diseñar y aplicar políticas y planes de acción basados en evidencia científica, incluyendo específicamente actividades y los logros previstos orientados a crear capacidades para monitorear los diversos indicadores de energía sostenible orientados hacia el logro del ODS7.

Por su parte, el informe de progreso en materia de energía proporciona un registro mundial del progreso relativo al acceso a la energía, la eficiencia energética y la energía renovable.¹⁰ Allí se evalúa el progreso conseguido por cada país en estos tres pilares y se ofrece una panorámica del camino que nos queda por recorrer para conseguir las metas de los ODS; allí también se pueden observar más variables de la evolución global en la materia.

Así, podemos observar que han sucedido avances en la materia.¹¹ Por ejemplo, se observa en toda la región un considerable incremento en la capacidad de generación de electricidad renovable (**Gráfico 7.b.1**); sin embargo, la proporción de energía renovable en el total prácticamente se ha sostenido estable, con un declive en el Caribe (**Gráfico 7.2.1**).

Las pequeñas economías de la subregión enfrentan considerables dificultades para

9. Más información en: <https://www.cepal.org/es/rose>.

10. Más información en: <https://trackingsdg7.esmap.org/>.

11. Más información en: <https://agenda2030lac.org/es/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante>.

financiar proyectos de energías renovables, los que en general requieren altos niveles de capital inicial. No obstante, muchos países del Caribe han comenzado a implementar programas de energías renovables con metas de participación de estas energías que van desde el 10% hasta el 85% del total de la matriz energética para 2030.¹²

En América Latina y el Caribe siguen vigentes múltiples desafíos para el desarrollo. De cara a la Agenda 2030, este desarrollo, que requiere un incremento en la demanda energética, debe ser ambientalmente sustentable, lo que exige cambios en la matriz de provisión de energía. Esos cambios deben tender hacia una provisión basada en recursos renovables no contaminantes, al mismo tiempo que mejorar la eficiencia de provisión y la equidad en el acceso, para que nadie quede atrás.

Siendo el transporte tradicional un importante componente de la demanda por energía contaminante, si se implementaran fuentes renovables en la provisión de energía eléctrica, sería deseable una transición hacia una matriz de transporte eléctrico. El litio, junto con otras tecnologías de almacenamiento como el hidrogeno verde, son claves en una transición limpia hacia la electromovilidad.

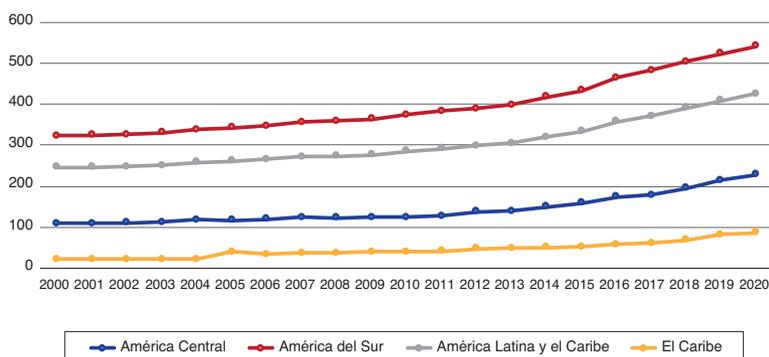
36 En este sentido, la flexibilidad de las redes eléctricas para recibir más energía procedente de fuentes renovables es fundamental en una transición hacia energías renovables, sostenibles, asequibles y seguras.¹³

Acciones para avanzar en el cumplimiento del ODS7

El Diálogo de Alto Nivel sobre Energía, celebrado el 24 de septiembre de 2021, constituyó la primera reunión de carácter global sobre energía desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Fuentes de Energía Nuevas y Renovables celebrada en 1981. Su objetivo fue impulsar el desarrollo de soluciones innovadoras, inversiones y alianzas a favor de los ODS y el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático.

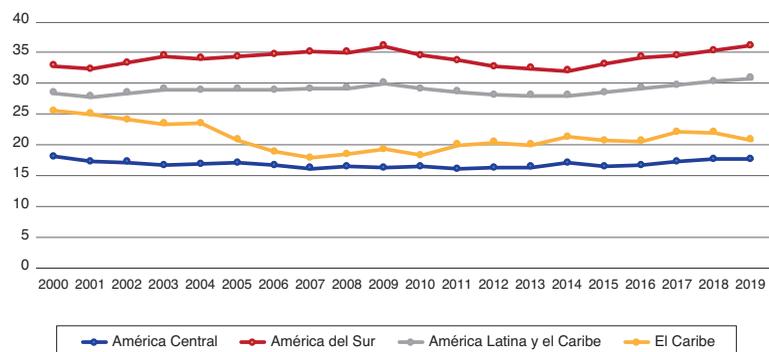
En esa dirección, la región presenta ciertas experiencias positivas que merecen ser resaltadas. Por caso, a nivel local se han

Indicador 7.b1. Capacidad de generación de electricidad renovable instalada (vatios per cápita)



Fuente: Cepal sobre la base de UN Global SG Database.

Indicador 7.2.1. Proporción de energía renovable en el consumo final de energía (en porcentajes)



Fuente: Cepal sobre la base de UN Global SG Database.

implementado acciones por la promoción de transporte público eléctrico. El crecimiento de la flota de vehículos eléctricos es pequeño aún, pero sus tasas de crecimiento son significativas y lo serán aún más a medida que la infraestructura de recarga adecuada se vaya expandiendo. En el caso de fuentes alternativas, es también notable como han prosperado los parques eólicos en ciertos países de la región.¹⁴

La experiencia señala la necesidad de generar sinergias positivas a nivel regional entre gobierno, sociedad civil y sector privado para promover las potencialidades y debatir los desafíos del litio como recurso estratégico para la transición hacia energías renovables sostenibles y bajas en carbono. La explotación del litio, junto con

12. Más información en: <https://agenda2030lac.org/es/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante>.

13. Más información en: <https://agenda2030lac.org/es/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante>.

14. Por ejemplo, el Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA) del Brasil, con una inversión de unos 5.400 millones de dólares, impulsó la energía eólica y la hizo competitiva desde el punto de vista del precio con respecto a la energía hídrica, hasta entonces la fuente más barata. En 2016 el 80% de la cadena productiva era nacional. Más información en: <https://agenda2030lac.org/es/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante>.

la producción de baterías, es clave para el impulso a la electromovilidad, al mismo tiempo que puede favorecer la generación de encadenamientos productivos locales y regionales alentando la diversificación productiva.

Todos los países de la región tienen grandes márgenes para incrementar la provisión de energía en base a recursos renovables. Es así que varios países tienen zonas de vientos persistentes, o territorios con bajos regímenes de lluvia y, por consecuencia, largas temporadas de luz solar, o ingentes excedentes de biomasa plausible de ser transformada en energía. Estas fuentes de generación eléctrica renovable son el complemento ideal para los desarrollos tecnológicos de almacenamiento energético (particularmente en base a litio e hidrógeno verde). Para su explotación dependemos del desarrollo tecnológico, así como del acceso al crédito, para lo que es necesario implementar políticas acordes que estimulen y acompañen el surgimiento de iniciativas orientadas hacia una nueva matriz energética.

2.4. TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN IBEROAMÉRICA. OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS A PARTIR DEL LITIO Y EL HIDRÓGENO VERDE

RODOLFO BARRERE,* EMILIO SANTIAGO MUIÑO** Y LAURA TRAMA***

PRINCIPALES AFIRMACIONES

- La importancia estratégica del litio y del hidrógeno verde se enmarca en la necesidad de solventar el problema estructural de la intermitencia en la producción de energías renovables, principalmente solar y eólica. Las baterías, de las que el litio es un componente esencial, y el hidrógeno son tecnologías que permiten el almacenamiento de electricidad. Litio e hidrógeno verde son ingredientes de una oleada tecnológica que impondrá en todas las economías un proceso de ajuste tanto en el plano técnico como en el normativo-regulatorio y social.
- Su desarrollo está condicionado por una serie de barreras de índole técnica. En el caso del litio tiene que ver con las complejidades inherentes al crecimiento proyectado del sector, que es inmenso, frente a la oferta que es razonable esperar. En el hidrógeno verde la gran barrera técnica es que se trata de una tecnología que no está suficientemente madura. También existen desafíos de otra índole. Los más evidentes son los ambientales, que siempre presentan una continuidad con impactos sociales de diverso tipo.
- La resolución de estos desafíos tiene algo en común; el conocimiento es clave. Y eso no sólo implica el acceso a la información científica de frontera o a tecnologías limpias y eficientes; tiene que ver también con la capacidad de tener un rol central en el desarrollo de ese conocimiento y esas tecnologías y poder adecuarlas a los contextos locales.
- Entre los diez años comprendidos entre 2012 y 2021 la producción científica sobre la obtención o producción de hidrógeno creció acompañando el interés global por el tema y los países iberoamericanos registraron una producción que acompaña esa tendencia general. Iberoamérica representa el 8% de la producción mundial en este tema y es el mismo peso que tiene la región para el total general, por lo que no se registra aquí ningún tipo de especialización. El nivel de patentamiento en la región es bajo, alcanzando un total de 31 patentes solicitadas en relación con la producción de hidrógeno entre 2008 y 2021.
- La investigación para el desarrollo de pilas de combustible de hidrógeno se mantuvo también en expansión. En volumen, se trata de un área mucho mayor que la de la producción de hidrógeno, aunque su crecimiento más moderado. La región acumuló un 6% de la producción mundial. La cantidad de patentes publicadas en la que figuran países iberoamericanos entre sus titulares es muy escasa, con tan sólo 12 registros. España concentra casi la totalidad al contar con 11 patentes y Brasil con una.

* Coordinador del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI

** Científico Titular del Departamento de Antropología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

***. Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI

- La investigación relacionada con la minería de litio ha generado una producción de artículos muy pequeña. En 2012, a nivel mundial sólo se han identificado 30 artículos sobre este tema en revistas indizadas en SCOPUS. A partir de 2016 se observa un cambio de tendencia, momento en el cual la producción aumenta hasta un pico de 164 en 2021. Iberoamérica cuenta con 78 publicaciones acerca de la minería de litio, con una participación del 10% de la producción mundial en el tema. La cantidad de patentes publicadas en la que figuran países iberoamericanos entre sus titulares es de 7. A pesar del bajo número de registros totales, dos países del triángulo del litio lideran la región; se trata de Argentina y Chile.

- La investigación mundial sobre baterías de litio ha tenido una rápida expansión, multiplicándose más de cuatro veces y media entre 2012 y 2021. La producción iberoamericana sobre esta temática tiene una tendencia similar al desarrollo de las publicaciones a nivel mundial, aunque con un volumen relativo bajo que se mantiene en torno al 6% de la producción global. En este terreno, el patentamiento de empresas radicadas en los países iberoamericanos es nuevamente muy limitado, con sólo 13 patentes.

- En todos estos temas, la cooperación iberoamericana es central en la investigación científica y el desarrollo tecnológico, en especial para los países de menor desarrollo relativo de la región. Cooperar, poniendo en común capacidades de investigación (personal, instalaciones, conocimientos) es una necesidad para enfrentar los retos de la transición energética en Iberoamérica.

- La integración de los países iberoamericanos tiene en los requerimientos cooperativos de la transición energética una oportunidad de realizar avances sólidos. Los procesos de integración regional exitosos dependen más de espacios parciales donde se institucionaliza la resolución cooperativa de problemas prácticos que del voluntarismo abstracto. La ciencia y la tecnología tienen todos los elementos para convertirse en uno de estos espacios.

1. LITIO, HIDRÓGENO VERDE Y POLÍTICAS PÚBLICAS. ENTRE EL BOOM TECNOCONÓMICO Y LOS DESAFÍOS SOCIOPOLÍTICOS.

En el año 2022 todavía el 80% de la energía primaria que se consume en el mundo proviene de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas). La cifra es desalentadora. Siete años después de la firma del Acuerdo de París el grueso de la actividad económica continúa acumulando gases de efecto invernadero en la atmósfera y acelerando el cambio climático de origen antropogénico. De seguir la senda de emisiones actual, según el primer grupo de trabajo del VI informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climáticos (IPCC) de Naciones Unidas, en el año 2040 habremos agotado el presupuesto de carbono del que disponíamos durante todo el siglo XXI para no superar el umbral de seguridad climática de los 1,5 grados de aumento de la temperatura media global respecto a la era preindustrial.

Esta alarma científica se ha transformado ya en una alarma social. En el último lustro el cambio climático ha pasado de ser percibido como un problema ambiental a serlo como un problema económico, político y probablemente muy pronto como un asunto de seguridad nacional. Con solo 1, 1º de aumento de temperatura en los últimos cinco años casi todos los países del mundo han desarrollado su propia memoria incipiente de traumas climáticos: fenómenos meteorológicos extremos que rompen todos los récords, nuevos problemas de salud pública, multiplicación de

incendios de sexta generación o graves afecciones a las cosechas, entre otros.

Que la crisis climática haya dejado de ser un relato científico abstracto para pasar a ser una experiencia cotidiana ha contribuido al salto de escala que ha conocido la política climática en fechas recientes. También ha jugado un papel clave el abaratamiento de las tecnologías renovables, un momento de la historia macroeconómica favorable al despliegue de un gran ciclo de inversión productiva y un nivel de movilización social creciente ante una ansiedad climática cada vez más extendida. Estos cuatro factores explican que el discurso de la transición energética haya pasado a ser un eje estratégico prioritario de las políticas económicas e industriales en numerosos países. Aunque la transposición a los marcos legislativos nacionales es todavía precaria, la totalidad de los países iberoamericanos han firmado el Acuerdo de París, asumiendo el objetivo de alcanzar la neutralidad en carbono en el año 2050.

Estamos enfrentando la década decisiva para evitar los peores escenarios climáticos. Cumplir con los objetivos de descarbonización que nos hemos impuesto sólo será posible si en los próximos años asistimos a una revolución tecnológica mayúscula. Esta implicará importantes reverberaciones en nuestra vida económica, política y social, cuyos parámetros serán redefinidos por la transición energética. Y viceversa: la transición energética se moldeará en función de variables sociales articuladas en políticas públicas. Esta interacción entre ciencia, tecnología,

economía y políticas públicas será el foco de atención de estas páginas, que trazarán una panorámica sobre dos tecnologías que han despertado importantes expectativas, tanto en sus retos como en sus oportunidades: las baterías de ion de litio y el hidrógeno verde.

1.1. Litio e hidrógeno verde: dos piezas estratégicas de un boom tecno-económico inminente

La transición energética implica toda una serie de enormes desafíos técnicos provocados por la diferente morfología material de los combustibles fósiles y las energías renovables. “Con los stocks podemos ser impacientes, no así con los flujos”. De esta manera resumía el economista rumano Georgescu-Roegen una de las diferencias fundamentales entre el régimen energético preindustrial y el régimen energético fósil. Otra de las grandes diferencias que facilita un stock frente a un flujo es su manejabilidad: almacenabilidad, movilidad, divisibilidad, e independencia respecto a los avatares cambiantes del entorno, como la climatología o el calendario. Finalmente, la naturaleza excepcional de los combustibles fósiles, que deben ser entendidos como enormes depósitos de energía solar concentrada y comprimida, hace que su densidad energética (la cantidad de energía por unidad de masa), sea superior en varios órdenes de magnitud a los stocks tradicionales, como la biomasa. La explotación del stock fósil a partir de la revolución industrial descubrió para la humanidad un nuevo continente virgen de energía acumulada que era inédito en su riqueza energética, en la velocidad al que podíamos aprovecharlo y en la versatilidad de su manejo.

Sin embargo, las dos fuentes renovables fundamentales que se proyectan en las futuras matrices energéticas descarbonizadas (eólica -terrestre y marina- y solar -fotovoltaica y de concentración-) son flujos estocásticos o intermitentes: se produce energía eléctrica cuando sopla el viento o cuando brilla el sol, no cuando lo exige la demanda energética de los consumidores. Estos dos momentos no tienen porqué coincidir. Especialmente porque la demanda eléctrica es altamente oscilante en función de diferentes variaciones como los consumos diurnos y nocturnos, la diferencia entre días laborales y fin de semana o las demandas específicas del ciclo estacional (necesidades de calefacción en invierno y de refrigeración en verano). Sin embargo, el moderno sistema eléctrico exige un suministro muy estable, de alta calidad y una sincronización perfecta entre oferta y demanda, que siempre deben coincidir en tiempo real. Ante el reto de sincronizar oferta y demanda en un sistema energético de flujos intermitentes existen tres soluciones fundamentales: intensificar conexiones eléctricas internacionales (para importar energía deficitaria y exportar energía sobrante), gestionar la demanda, volviéndola flexible en función de la oferta disponible y orientar la energía excedentaria hacia el almacenamiento, utilizándola posteriormente en los momentos de déficit energético.

Existen cuatro formas básicas de almacenamiento energético masivamente aprovechables en las

circunstancias tecnológicas actuales: mecánico, térmico, químico y electroquímico. La importancia estratégica del litio y del hidrógeno verde se enmarca en esta necesidad de solventar el problema estructural de la intermitencia en un sistema energético con alta penetración de renovables. Las baterías, de las que el litio es un componente esencial en sus desarrollos actuales, y el hidrógeno son tecnologías que permiten el almacenamiento de electricidad, por vía electroquímica y química respectivamente.

El litio es un elemento esencial de las baterías eléctricas y se le proyecta una importancia central, especialmente en los planes de electrificación del parque global de automóviles. Algunas estimaciones apuntan a que en el año 2040 el 30% de los automóviles en circulación serán eléctricos, lo que supone aproximadamente 500 millones de vehículos. Asumiendo el escenario 2DS de la Agencia Internacional de la Energía (AIE)– un 50% de probabilidades de limitar la subida de temperatura a final de siglo por encima de los 2º-, el Banco Mundial¹ calcula que la producción de litio deberá incrementarse más de un 500% en 2050 respecto a la producción de 2018 para cubrir la demanda esperada. En la misma línea, según Benjamin Jones, la tasa de crecimiento anual compuesta de la demanda global de litio será de un extraordinario 18.5% anual hasta 2030, incrementándose posteriormente. Estos cálculos explican que en el año 2020 el litio haya sido incluido en la lista de materias primas fundamentales que publica todos los años la Unión Europea, y que sirve para orientar sus prioridades políticas.

El litio es un elemento abundante en la naturaleza, pero relativamente escaso con la tecnología de explotación que hoy es comercialmente viable, lo que concentra los yacimientos productivos o bien en salares o bien en minerales de roca; dos formaciones geológicas que están especialmente muy localizadas. Esta situación facilita mercados globales oligopólicos, como ocurre en el caso del petróleo. Aunque su cuota de mercado es sustancialmente menor, tres países iberoamericanos -Argentina, Bolivia y Chile- reúnen casi el 60% de los recursos globales de litio actualmente conocidos. Es lo que se ha denominado el “triángulo del litio”: un imaginario geográfico poderoso como producto de marketing que, a su vez, ha despertado el rechazo de movimientos comunitarios y ecologistas por sus connotaciones extractivistas.

El hidrógeno es el elemento químico más común del universo que, a temperatura ambiente y presión normal, aparece como un gas combustible con una alta densidad energética, incluso superior a la de los combustibles fósiles. El problema es que, de manera espontánea, no se encuentra libre sino que debe ser generado separando los átomos de hidrógeno de otros átomos con los que forma compuestos químicos. Este es un proceso que requiere un aporte de energía externa. Por lo que el hidrógeno, más que una fuente energética, debe ser considerado un vector

1. Banco Mundial (2020) “Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition”.

energético o un modo de almacenamiento energético en forma química. No obstante, se le ha asignado un papel sustancial en una economía descarbonizada.

En los últimos diez años, hemos asistido a un reajuste de las expectativas respecto al papel que ambas formas de almacenamiento deben jugar en un futuro. De los planteamientos triunfalistas sobre el hidrógeno popularizados en la obra de Jeremy Rifkin,² que se materializaron en el año 2007 en una declaración del Parlamento Europeo sobre *El establecimiento de una economía verde basada en el hidrógeno y una tercera revolución industrial en Europa*, hemos basculado hacia proyecciones de una matriz energética sostenible mayoritariamente basada en el almacenamiento electroquímico (baterías) y el almacenamiento de energía mecánica potencial (bombeo hidroeléctrico). Hoy existe cierto consenso en que el hidrógeno debe ser más complemento que base del futuro sistema energético descarbonizado.

Con todo, este rol complementario se antoja cualitativamente estratégico porque se espera del hidrógeno que pueda ofrecer alternativas solventes en los sectores de difícil electrificación. Las modernas renovables, como la eólica y la fotovoltaica, nos proporcionan energía en forma de electricidad. Pero la maquinaria pesada con movilidad autónoma que hoy es alimentada por motores de combustión (camiones mineros, barcos, aviones, excavadoras, tractores, etc) presenta una relación entre peso, potencia y distancia a recorrer que, a este nivel de desarrollo tecnológico, hace poco viable la implantación de baterías eléctricas como sucede con los vehículos más ligeros. Además, el hidrógeno puede funcionar sustituyendo al gas natural como materia prima de diversos procesos industriales (siderurgia, materia prima para la producción de fertilizantes, refinería). Movilidad pesada y procesos industriales conforman el grueso de los sectores cuyas emisiones, según un estudio publicado en la revista *Science* en el año 2014, son consideradas de difícil eliminación y equivalían, además, a un tercio de las emisiones de ese año.

En la variada tipología del hidrógeno (marrón, gris, verde, azul, turquesa), el hidrógeno verde es aquel en el que este elemento se obtiene mediante un proceso de electrólisis, que divide moléculas de agua mediante electrolizadores que funcionan con electricidad que debe tener un origen renovable. El hidrógeno así obtenido puede después ser empleado de forma muy versátil: además del almacenamiento de electricidad también puede ser usado en el transporte mediante pilas de combustible o directamente quemado en combustión directa sustituyendo al gas natural.

Si las expectativas de descarbonización comprometidas en el Acuerdo de París se cumplen, durante las próximas décadas la transición energética correrá en paralelo a una

progresiva penetración del hidrógeno verde y las baterías de ion de litio en nuestra vida cotidiana. Visto desde el ángulo del consumo, litio e hidrógeno verde son ingredientes de una oleada tecnológica de alcance universal que impondrá en todas las economías modernas un proceso de ajuste tanto en el plano técnico (con el despliegue de una red de nuevas infraestructuras) como en el normativo-regulatorio. Pero si ambas tecnologías han despertado un creciente interés en el ámbito iberoamericano es por las posibilidades ofrecidas a las naciones de la región para convertirse en actores globales relevantes también en el campo de la producción.

Tanto en el caso del litio como en el hidrógeno verde nos encontramos en el umbral de dos booms tecnoc-económicos de gran alcance. Sus fuerzas impulsoras son la materialización de la lucha contra el cambio climático en las estrategias industriales oficiales de los grandes centros económicos del mundo (EEUU, China y Asia-Pacífico, la UE) y los imperativos de diversificación energética que impone el haber entrado en una era de alta inestabilidad geopolítica. El bucle de retroalimentación se refuerza con las crecientes oportunidades de negocio asociadas a estos sectores, que ya movilizan un volumen de inversión sustancial y se están convirtiendo en yacimientos de empleo prometedores. En definitiva, litio e hidrógeno verde comparten las dinámicas propias de mercados globales en formación, relativamente consolidado en el caso del litio, todavía inmaduro en el caso del hidrógeno, y favorecidos por una promesa de expansión fuerte asociada a un compromiso público firme (la lucha contra el cambio climático). Un marco emergente en el que las políticas públicas adecuadas pueden llevar a posicionamientos de éxito en los diferentes eslabones de la cadena de valor de estos mercados, bajo la premisa histórica de que las primacías adquiridas en las etapas de nacimiento de un mercado cristalizan después en ventajas comparativas sólidas y relativamente irreversibles.

Esto explica que en el entorno intelectual de estas dos tecnologías se haya instalado un ambiente competitivo sobre una percepción de ventana de oportunidad transitoria. De ahí la premura de muchas naciones por publicar hojas de ruta y estrategias oficiales de hidrógeno verde, que han proliferado espectacularmente en los últimos tres años. El *World Energy Council* informa que en mayo de 2021 doce países (entre ellos Chile, España y Portugal) así como la Unión Europea habían publicado sus estrategias nacionales de hidrógeno, nueve de ellas en el año 2020. Diecinueve países más cuentan con estrategias en fase de preparación (entre ellos Brasil, Colombia y Uruguay). Y otras siete naciones de iberoamericanas (Argentina, Bolivia, Costa Rica, México, Panamá, Paraguay y Perú) estaban desarrollando debates institucionales encaminados a elaborar una estrategia oficial.

El clima de ventana de oportunidad transitoria también explica la importancia política que ha adquirido el debate sobre el litio en los países con mayores reservas, en los que uno de los argumentos centrales es no perder la carrera frente a otros competidores globales. Como en todo proceso socioeconómico, esta atmósfera de pugna entre naciones

2. Rifkin, J (2002), *La Economía del Hidrógeno*, Paidós, Barcelona.

tiene resultados ambiguos: está siendo un estímulo tanto para la inversión como la innovación, y ha contribuido al alineamiento de muchos gobiernos con los objetivos macro de una política climática decidida. Pero al mismo tiempo la rivalidad nacional puede conllevar la externalización de daños e impactos sociales y ambientales en la disputa por abaratar costes. Y como veremos, ni los impactos sociales ni los ambientales de estas dos tecnologías emergentes son irrelevantes.

1.2. Complejizando el debate: de las barreras técnicas a los dilemas sociopolíticos

Casi toda la literatura especializada coincide en que tanto el litio como el hidrógeno verde son dos tecnologías muy prometedoras cuya plenitud está condicionada por toda una serie de barreras de índole técnica. Por barrera técnica entendemos aquí problemas cuya formulación, en principio, carece de dimensión normativa e ideológica. Y cuya resolución no presupone conflictos sociales y políticos por el reparto de la renta, poder o reconocimiento, ni tampoco fricciones entre perspectivas morales o culturales incompatibles.

En el caso del litio, la gran barrera técnica tiene que ver con las complejidades inherentes al crecimiento proyectado del sector, que es inmenso, frente a la oferta que es razonable esperar dado el estado actual de desarrollo de los proyectos mineros. Según Benjamin Jones, en el triángulo del litio latinoamericano “la capacidad existente no es capaz de satisfacer la demanda de las proyecciones del mercado a medio y largo plazo. Debido a esto, para 2024 se espera que el 58% de la oferta provenga de operaciones existentes, y sólo un tercio de la oferta global corresponderá a operaciones existentes hacia 2030”. En otras palabras, hacia 2030 dos tercios del litio que se espera que suministren los países del triángulo depende de proyectos que hoy no están en marcha y cuyo estatus clasifica entre probable, posible y especulativo. También existe una creencia fundada en que los procedimientos de obtención de litio a partir de salmuera, que son los propios del triángulo del litio latinoamericano, terminarán perdiendo la carrera de costos frente al litio obtenido de roca que ya están explotando países como Australia. De fondo sobrevuela cierta incertidumbre tecnológica respecto a la posibilidad de que, a corto o medio plazo, nuevos avances en el campo de las baterías conviertan el modelo ion-litio en algo obsoleto. Aunque, de momento, estas son especulaciones técnicas sin respaldo comercial.

En el hidrógeno verde la gran barrera técnica es que se trata de una tecnología que no está suficientemente madura. Su precio no es aún competitivo frente a otras formas de suministro energético, lo que eleva los riesgos de las apuestas inversoras, como admite el *World Energy Council*. Un parte de esta falta de competitividad responde a imperativos termodinámicos: generar hidrógeno mediante electrólisis es un proceso energéticamente muy ineficiente (en el que se pierde entre un 70 y un 75% de la energía empleada) por lo que requiere un contexto envolvente de energía renovable eléctrica muy barata. Con todo, existen

márgenes de mejora técnica y económica importantes. Pero ninguna estrategia nacional reconoce al hidrógeno un papel masivo antes del año 2030. Y todas ellas admiten que el despliegue de esta tecnología no puede dejarse en manos del mercado. Cerrar la brecha de precios del hidrógeno verde frente a otros vectores energéticos exige un apoyo público decidido en forma de incentivos fiscales, subvenciones, consorcios público-privados o políticas industriales orientadas a conformar *hubs* y valles del hidrógeno. Esto es, espacios de convergencia empresarial en enclaves geográficos diseñados para concentrar nuevas infraestructuras y facilitar la integración de proyectos piloto.

De modo más concreto, entre las barreras técnicas que recoge la literatura especializada para ambas tecnologías podemos encontrar fundamentalmente obstáculos de dos tipos: los déficits regulatorios y los déficits en materia de I+D+I innovación, estos últimos especialmente acentuados en el caso de los países latinoamericanos. Ambos están muy presentes en los debates sobre el futuro del litio y del hidrógeno verde. Más adelante se recogerá un resumen de los déficits regulatorios y de I+D que aparecen de modo más recurrente en los análisis de los expertos, pero en este punto nos interesa ampliar la mirada y señalar algo que también ha sido profusamente estudiado en la literatura especializada: las limitaciones y los sesgos de un enfoque tecnocrático de la transición energética.

Este es un enfoque circunscrito a pensar sus debilidades y fortalezas en clave de barreras y soluciones técnicas. Uno de los retos más importantes para que nuestras decisiones colectivas sobre la transición energética estén bien fundamentadas es no soslayar la complejidad de la misma en la medida en que lo técnico está indefectiblemente atravesado, e incluso definido, por dilemas sociopolíticos.

Es de prever que la hipotética resolución de algunas de las barreras técnicas antes mencionadas facilitaría el despliegue de las dos tecnologías estudiadas, litio e hidrógeno verde, al ritmo de los escenarios más optimistas que hoy se manejan. Pero si complejizamos el debate más allá de esta visión tecnocrática nos topamos con desafíos de índole sociopolítica que no deben ser minusvalorados. Por ejemplo, estos despliegues tecnológicos se van a materializar en un fuerte ciclo de construcción de infraestructuras con un enorme potencial para generar impactos de diversa naturaleza. Estos impactos deben tenerse en consideración no sólo porque tendrán capacidad de afectar la viabilidad del proceso, sino sobre todo porque subyacen en ellos implicaciones profundas, en diferentes escalas (de lo comunitario a lo nacional) para el conjunto de los países impulsores. Por lo que deben formar parte de la deliberación democrática que se dé en sus sociedades.

Los más evidentes de estos impactos son los ambientales, que siempre presentan una continuidad con impactos sociales de diverso tipo, siendo más pertinente emplear la categoría de impacto socioambiental. El caso de la minería de litio en salares resulta paradigmático, pues la explotación de la salmuera implica un importante consumo de agua en una de las regiones más áridas del planeta y afectadas, de un modo creciente, por problemas de sequía

derivados de la crisis climática. La consecuencia de la minería en el triángulo del litio, según sus críticos, es un desbalance hídrico en el ecosistema alrededor del salar, como ha sido reconocido por la Comisión Nacional del Litio de Chile. Este desequilibrio tiene graves afecciones en el plano de la biodiversidad. Pero también en el antropológico-económico, al agotar las bases materiales de las actividades productivas tradicionales de las comunidades que habitan el salar, como un modelo agropastoril en el que se hace un aprovechamiento muy eficiente de un agua escasa que está basado en el conocimiento ecológico local.

Los impactos socioambientales negativos de los planes de expansión del hidrógeno verde también están despertando una creciente preocupación entre expertos y movimientos ecologistas y comunitarios. Incluyen por supuesto la construcción de infraestructuras de transporte y almacenamiento, así como terminales portuarias para la exportación. Pero sobre todo el hidrógeno verde tiene implicaciones en la expansión de macroproyectos renovables (y de líneas de alta tensión). Que además estarán motivados por la exportación de una energía en un formato que resulta relativamente ineficiente. En otras palabras: para que un país pueda convertirse en un proveedor a gran escala del futuro mercado global de hidrógeno verde deberá desarrollar una planta de renovables sobredimensionada respecto a su demanda interna de electricidad. Con lo que ello tiene de sobredimensión de sus impactos asociados. Entre otros, ocupación de espacio y competencia con otros usos del suelo –como el agrícola–; fragmentación de ecosistemas y afecciones a la biodiversidad tanto por los proyectos en sí como por el trazado de nuevas líneas de alta tensión; incremento sustancial de la demanda de minerales escasos que requieren los modernos dispositivos de energía renovable (impulsando nueva minería a lo largo del globo); incremento sustancial de la demanda de materiales convencionales cuyos procesos de fabricación siguen asociados a dinámicas muy contaminantes, como el cemento o el acero.

Existe también debate sobre el consumo de agua que puede implicar el hidrógeno verde, especialmente en países con un fuerte estrés hídrico. Aunque no contamos con un consenso cerrado, en la literatura científica tiende a predominar la idea de que un despliegue masivo de la electrólisis supondría un impacto relativamente neutro en los recursos hídricos mundiales. En parte por emplear agua de mar desalinizada o aguas residuales depuradas. Pero sobre todo porque el agua consumida se compensaría reduciendo sustancialmente los recursos hídricos que hoy requiere la matriz fósil, como por ejemplo el agua que consumen las centrales térmicas. Lo que no impide que una implantación mal planificada de la producción de hidrógeno verde no pueda derivar en una presión hídrica excesiva en algunos enclaves geográficos concretos.

El intento de catalogar a los macroproyectos renovables como nuevas “zonas de sacrificio”, según un término de difícil definición pero muy popularizado por los movimientos de justicia ambiental de las últimas décadas, puede sonar exagerado. Los daños para la salud pública de una termoeléctrica frente a lo inocuo, en este sentido, de un

campo de aerogeneradores los vuelve fenómenos que no se dejan unificar bajo esta categoría. Pero el tipo de fricción social y política que ambas infraestructuras pueden generar nos sitúa ante dilemas que, desde la perspectiva de los decisores de políticas públicas, puede demostrar un cierto parecido de familia.

En definitiva, esta dimensión de conflictividad socioambiental latente en la implantación de las tecnologías del litio y el hidrógeno verde empuja, por sí sola, a ampliar la reflexión más allá de los enfoques tecnocráticos para situarnos en el terreno de los dilemas sociopolíticos. ¿Cómo compatibilizar la extracción minera del litio con las afecciones a los ecosistemas de los salares y a las comunidades que los habitan? ¿Sobre qué criterios de participación y legitimidad, y desde qué escala de valores, se van a efectuar los cálculos para sopesar los beneficios y los perjuicios de los futuros planes de implantación de energía renovable condicionados por las estrategias de exportación de hidrógeno verde? Se trata de preguntas que no son exclusivas del litio ni del hidrógeno, ni atañen solo a comunidades nativas, pues las percepciones de que las externalidades negativas de los procesos de desarrollo se concentran en geografías sociológicamente agraviadas (mundo rural, periferias metropolitanas, provincias o Estados económicamente rezagados) está muy extendida. En no pocas ocasiones, es una percepción justificada.

Pero estos debates no se dan sobre una tabula rasa histórica, sino sobre una herencia de tensiones sociales y problemas políticos no resueltos alrededor de la explotación de recursos naturales, la exportación de materias primas y las oportunidades y riesgos que subyacen a estos fenómenos económicos. Algo que además en el marco de las naciones iberoamericanas, especialmente en América Latina, cuenta con una larga tradición de reflexión e investigación. ¿El litio o el hidrógeno deben aprovecharse mediante estrategias extractivistas, orientadas a consolidar un mercado de exportación competitivo que permita el acaparamiento de rentas por parte del Estado, o mediante estrategias industrialistas orientadas a desarrollar tecnologías propias y eslabonamientos productivos innovadores en otras fases de la cadena de valor? ¿Es posible escapar a la “maldición de los recursos naturales”, según el concepto que popularizó Richard Auty, o estos funcionan siempre como un mecanismo de refuerzo de la dependencia a través de la volatilidad del precio de las materias primas y sus perturbaciones asociadas, el fomento de élites rentistas y el incentivo a la corrupción gubernamental?

Este tipo de preguntas son inseparables de las condiciones de juego impuestas por realidades con una larga sedimentación histórica, como las divergencias entre los llamados países centrales y periféricos (brecha tecnológica, deuda ecológica), el reparto de protagonismo económico entre Estado y mercado, la cohesión institucional de los diferentes Estados o los mecanismos de redistribución de riqueza que imperan en cada nación. Todo ello debe, al menos, ser tenido en consideración como interpelaciones reflexivas importantes al pensar en el futuro del litio y del hidrógeno verde y las políticas públicas que deben construir dicho futuro.

Debe ser considerado también que las emisiones de CO₂ son una de las dimensiones de la crisis socioecológica en curso, seguramente la más urgente, pero no la única. Asimismo, las estrategias de mitigación de las emisiones de CO₂ deben ser ponderadas con los agravamientos que estas puedan provocar en otros ámbitos igualmente preocupantes de nuestros límites planetarios sobrepasados, como la destrucción de biodiversidad.

Reducir todo este conjunto de dilemas sociopolíticos, con fuertes interpelaciones normativas, a una serie de barreras u obstáculos exclusivamente técnicos conduce, al mismo tiempo, a tres consecuencias indeseables: i) una merma en la capacidad de pensar estratégicamente los riesgos y oportunidades de estas tecnologías; ii) un empobrecimiento de la deliberación democrática que nuestras sociedades deben protagonizar al respecto y iii) un diseño de políticas públicas con riesgo de aunar lo ineficaz y lo ilegítimo.

1.3. Desafíos abiertos para las políticas públicas del litio y el hidrógeno verde

La transición energética hacia la descarbonización va a impulsar una expansión sin precedentes de alguna de sus tecnologías complementarias. Es previsible que esto suceda con las baterías de ion de litio orientadas a la electromovilidad. También con la producción y consumo de hidrógeno verde. Lo que se traducirá en fuertes flujos de inversión para la creación de las nuevas infraestructuras necesarias. Así como un crecimiento exponencial de desarrollos industriales y emprendimientos empresariales asociados a los diferentes eslabones de la cadena de valor de ambas tecnologías. Todo esto debe ser vertebrado y orientado por políticas públicas coherentes y bien diseñadas. La oportunidad económica es notable para aquellos países con condiciones favorables, como los son un buen número de naciones iberoamericanas. Lo que ya ha sido detectado y está siendo pertinentemente incorporado a diversos documentos con lineamientos estratégicos.

Pero enfrentar esta gran reforma energético-industrial en ciernes con políticas públicas orientadas exclusivamente a aprovechar lo que en ella habrá de boom techno-económico, esto es, como un mero ciclo de acumulación, supone un error por partida doble. En primer lugar, obstaculiza incorporar en el diseño y la implementación de estas políticas públicas dimensiones de corte ecológico, sociológico, cultural y político que condicionarán su éxito o su fracaso, y sobre las que conviene reflexionar preventivamente. Ante un proceso con tantas aristas y fricciones potenciales, el reduccionismo económico supone un billete asegurado en una simplicidad que puede derivar en incompetencia.

En segundo lugar, una perspectiva económica estrecha impide desplegar esa mirada más trascendente, una mirada de proyecto de país, que sin embargo la transición energética facilita. Muchos investigadores han argumentado con sólidas razones que el paso de los combustibles fósiles a las energías renovables y sus diferentes ramificaciones supone una revolución tecnológica integral que permeará

en todos y cada uno de los aspectos de la vida moderna. Puede ser un proceso que remueva patrones consolidados en las estructuras socioeconómicas y geopolíticas heredadas y que ofrece oportunidades históricas para que países y regiones enteras realicen saltos de escala y reorienten sus modelos de desarrollo.

Se exponen a continuación una serie de desafíos abiertos para pensar la expansión acelerada del litio y la irrupción inminente del hidrógeno verde en el entramado industrial de los estados iberoamericanos y algunas recomendaciones genéricas. Se hace desde un enfoque que, reconociendo la oportunidad económica que ambas tecnologías suponen, la enmarca en un análisis más integral sobre sus amenazas subyacentes. También se abordan de modo sucinto los dilemas sociopolíticos clásicos sobre la economía de los recursos naturales que el litio y el hidrógeno verde actualizan. Y se ofrecen algunas líneas de reflexión sobre cómo las respuestas a estos dilemas podrían suponer un impulso para redefinir los esquemas de desarrollo de los países iberoamericanos.

El desafío del consenso estratégico

Que la expansión global de la demanda del litio e hidrógeno verde suponga una oportunidad para los potenciales países productores, y que estos sepan aprovecharla con políticas públicas cuyos impactos negativos no eclipsen a los positivos, no es algo asegurado. Depende, en primer lugar, de la capacidad de las diferentes naciones de consolidar una visión de futuro que construya grandes consensos alrededor de una apuesta estratégica y equilibrada por estos recursos. Lo que requiere una elevada participación de todos los actores en el proceso de diseño de las diferentes hojas de ruta, con el fin de pulir desavenencias y ofrecer un esquema en el que todos perciban ganancias potenciales. A su vez, y con el fin de asegurar un horizonte de estabilidad, a pesar de las discrepancias ideológicas que estos procesos van a despertar, merece la pena explorar la posibilidad de alcanzar pactos de Estado que permitan blindar acuerdos mínimos. Aunque su desarrollo e implementación se vea condicionado por los vaivenes de la competencia electoral.

El desafío regulatorio

Las normativas armonizadas son un reto prioritario de los sectores emergentes vinculados con la transición energética ecológica. En el caso del hidrógeno verde, resulta especialmente urgente avanzar hacia la consolidación de certificaciones y garantías en origen que sean compatibles con los mercados de exportación a los que se aspira a proveer. Otro eslabón importante en el caso del hidrógeno son los códigos de seguridad homologados que rijan para todas las fases de la industria. Existe también cierto consenso en que ambas tecnologías se beneficiarían del establecimiento en todos los países iberoamericanos de un precio al carbono, como ha efectuado la Unión Europea, lanzando así una señal económica de largo plazo que facilitaría la predisposición de los mercados hacia la descarbonización. Finalmente, debe señalarse la idoneidad de avanzar hacia marcos regulatorios exigentes en materia

de transparencia, que incentiven la auditoría pública y ciudadana de dos sectores productivos con un potencial importante para generar impactos socioambientales y hostilidad entre las comunidades directamente afectadas.

El desafío técnico-científico

El litio como el hidrógeno verde son tecnologías situadas en un contexto de maduración que las vuelve especialmente receptivas a que los esfuerzos en I+D e innovación tengan impactos con aplicación comercial en tiempos relativamente rápidos. El margen de mejora en diversos aspectos técnicos de estas industrias es alto, el mercado está asegurado por directrices políticas firmes y el flujo inversor es creciente. Sin embargo, organismos como la AIE señalan que los déficits de América Latina en recursos científicos públicos pueden suponer un lastre para abordar esta tarea. Ante este obstáculo, se abren diversas opciones. Una vía, ya experimentada para el caso del litio en los modelos de gobernanza establecidos en Bolivia y Chile, es dirigir algunos porcentajes de la inversión internacional a la financiación de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología. El efecto de estas políticas ha sido limitado, aunque aún es históricamente pronto para evaluarlas con seriedad. Otra opción, la favorita de las recomendaciones internacionales, es fomentar la colaboración científica y técnica regional para compartir recursos, acelerar el aprendizaje y aprovechar las sinergias entre los sistemas de ciencia. Una estrategia que es perfectamente incrementable en la función institucional de la Organización de Estados Iberoamericanos, y en el que la organización puede desempeñar un liderazgo significativo.

A esta llamada a la colaboración científica internacional se pueden añadir dos recomendaciones. La primera, una ampliación del concepto más convencional de I+D, hoy dominado por un fuerte cariz técnico-ingenieril, para incluir en él, con dotaciones presupuestarias no anecdóticas, investigaciones en el ámbito de las ciencias sociales. Estas permitirán analizar con solvencia las dimensiones sociopolíticas que envuelven y condicionan la implantación de estas nuevas industrias, atemperando conflictos y mejorando la calidad democrática del proceso. La segunda recomendación es prestar atención específica a dos cuellos de botella que, de modo recurrente, están torpedeando los procesos de transición ecológica en diversos lugares del mundo: un sistema de formación profesional obsoleto y la falta de capacitación en los retos de la descarbonización de los funcionarios de la administración pública.

El desafío de la paz social y la cooperación comunitaria

Tanto la minería de litio como la producción y almacenamiento de hidrógeno verde son dos industrias susceptibles de generar conflictividad socioambiental en las comunidades afectadas. Los derechos políticos, sociales y culturales mercedamente conquistados por estas comunidades, así como la creciente sensibilidad social sobre cuestiones de justicia ambiental, nos sitúa en un contexto histórico mucho menos tolerante ante formas de abuso extractivista.

Hoy existe un marco jurídico de obligado cumplimiento para la regulación de las relaciones entre las empresas (y las administraciones) promotoras de grandes proyectos, como los mineros o los energéticos, y las poblaciones locales de los territorios afectados. El ejemplo más paradigmático es el caso de los pueblos originarios y el Convenio 169 de la OIT. El reto es asegurar el cumplimiento de este paquete jurídico avanzando hacia una superación de los modos tradicionales de integración de las comunidades en estos proyectos, que han sido muy problemáticos. Unas formas de integración que han estado, en no pocos casos, más cerca de la subordinación o la cooptación que de la participación igualitaria. Y que se han basado en mecanismos como la vinculación laboral preferente de las poblaciones afectadas, o en ejercicios de responsabilidad social corporativa muy modestos en su compromiso financiero real por parte de las empresas promotoras.

Es necesario pasar de la retórica del valor compartido a los beneficios concretos sustentados en hechos contrastables. Todo ello en un marco de respeto a los parámetros de la diversidad cultural y aceptación de los enfoques ontológicos, epistemológicos y éticos que porten las comunidades locales. Al respecto, dos vías teóricas que conviene explorar si aspiramos a construir un camino bidireccional de colaboración mutuamente beneficiosa entre comunidades y proyectos, aunque su puesta en práctica exija innovaciones jurídicas y políticas que todavía presenten incertidumbres: i) abrir la propiedad del proyecto a la comunidad afectada, ofreciendo influencia en su dirección empresarial y participación en sus beneficios económicos potenciales, y ii) institucionalizar canales de diálogo transparentes, efectivos y vinculantes arbitrados por mecanismos de mediación cultural.

El desafío redistributivo

Tecnologías como el hidrógeno verde o el litio conforman industrias vinculadas con la economía global, generadoras de divisas y basadas en la extracción y exportación de recursos naturales de alto valor. Estos recursos son susceptibles de ser conceptualizados como elementos estratégicos del patrimonio nacional, subordinando su explotación al servicio del interés general de un país a través de la apropiación estatal de un porcentaje de las rentas que generen. Por ello, tanto el hidrógeno verde como el litio suponen una importante oportunidad redistributiva para países con déficits importantes en materia de desarrollo social. Y allí donde se exploten masivamente están llamados a jugar un papel clave en los debates sobre la consecución de un reparto más equitativo de la riqueza. Este es un asunto muy politizado, en el que las posiciones ideológicas de cada gobierno, enmarcadas en las tradiciones de política económica de cada país, condicionarán un compromiso mayor o menor con la justicia social y los diferentes métodos para alcanzarla. Con todo, es importante considerar que avanzar en formas de transición energética justa es más que una opción moral entre otras. Es también una medida racional que demuestra sentido de Estado. Ante el problema climático, energético o ecológico la desigualdad actúa erosionando la cohesión necesaria para desplegar los grandes esfuerzos

colectivos que se nos requerirán. El Antropoceno nos sitúa un marco de época en el que los gobiernos necesitarán sistemáticamente un colchón de recursos muy amplio para proteger a los grupos más vulnerables frente al incremento de las coyunturas traumáticas. También frente a los efectos indeseados de la implementación de medidas necesarias y potencialmente impopulares. Las políticas públicas sobre hidrógeno verde o litio no pueden obviar la contribución que estas deben hacer a un mejor reparto de la misma prosperidad que están llamadas a generar.

El desafío industrialista

Las importantes expectativas económicas surgidas alrededor de la exportación de litio o hidrógeno verde han enganchado con uno de los debates económicos y sociopolíticos más idiosincráticos de América Latina: los problemas de la dependencia y la maldición que afecta a las naciones exportadoras de materias primas. Si bien la coincidencia histórica del último ciclo alcista de las *commodities* con gobiernos progresistas en la región reveló que la exportación de recursos naturales puede financiar importantes programas sociales, los impactos negativos de la bajada de precios de los recursos naturales volvió a demostrar las fragilidades inherentes a estos esquemas de inserción internacional. El temor a que el litio o el hidrógeno verde puedan suponer una reedición de estos movimientos pendulares al dictado del mercado internacional, cuyos efectos perturbadores son sobradamente conocidos en la región, ha despertado un cierto espíritu de cautela. Este conecta bien un clima intelectual de revalorización del papel de lo público alrededor de conceptos como los de Estado Emprendedor o Estado Promotor.

Por ello, las estrategias de los tres países que conforman el grueso del potencial litífero de los países iberoamericanos, Argentina, Bolivia y Chile, están enfocadas a la superación de la condición de extractores y exportadores de materias primas, buscando desarrollar capacidades tecnológicas propias que permitan albergar nuevos eslabonamientos productivos en la cadena del valor del litio. Con todo, el caso del litio ejemplifica bien los inmensos retos de la industrialización verde para muchas naciones de la región: la brecha tecnológica es alta y las barreras de entrada en los sectores más interesantes de la cadena de valor casi impenetrables. Diversos estudios consideran que intentar encadenar desarrollos de la cadena de valor hacia delante (fabricación de componentes, celdas o baterías) resulta imposible ante la distancia en competitividad que ya han logrado los actores asiáticos (Japón, Corea del Sur, China concentran el 87% del mercado de celdas o baterías). Por lo que recomiendan a los gobiernos del triángulo del litio que revisen sus estrategias para fomentar encadenamientos en la cadena de valor “hacia atrás”, por ejemplo, en la exploración y la extracción del recurso, tal y como han hecho con éxito países como Australia y Noruega con los combustibles fósiles. Los mismos dilemas sobre industrialización endógena comienzan a proliferar alrededor de las hojas de ruta del hidrógeno verde y la posibilidad de que su explotación sirva de trampolín, por ejemplo, para una industria nacional de electrolizadores.

El desafío de la gobernanza

Los desafíos anteriormente expuestos son expresiones específicas de un desafío más general respecto a qué modelos normativos o de gobernanza de recursos que pueden vertebrar estas industrias incipientes. La pregunta sobre la gobernanza nos conduce necesariamente a toda una amalgama de cuestiones que apuntan a aspectos absolutamente determinantes sobre las futuras políticas públicas del litio y el hidrógeno verde. Por ejemplo, nos remite al régimen de propiedad de los recursos, la modalidad de acceso a los mismos y los modos de extracción. También a la relación entre Estado, mercado y tercer sector. Al modelo de Estado, centralizado o federal, con su distribución de competencias. Al alcance de los actores públicos y de los privados y su capacidad de negociación. Al peso concedido a los mecanismos de planificación económica frente a los mecanismos de coordinación vía precios. Todo ello atravesado por una tensión entre priorizar enfoques de fortalecimiento de la soberanía económica nacional, enmarcado un discurso de nacionalismo de los recursos o enfoques más abiertos a facilitar la recepción de inversión extranjera inspirados en discursos de corte liberal.

De nuevo, se trata de preguntas clásicas en el debate económico y político sobre problemas que no tienen una única solución. Y cuyas respuestas estarán muy condicionadas a los compromisos ideológicos democráticamente legítimos de cada gobierno. En los que además siempre influye un factor de adaptación a los grandes consensos internacionales en materia de economía política. Lo reseñable, en este sentido, es que los ciclos del hidrógeno verde y el litio coinciden históricamente con un momento de revisión y replanteamiento del paradigma económico-político que ha primado durante las últimas cuatro décadas. Tres grandes eventos históricos han influido en esta revisión de las modas y las certezas económicas heredadas: i) la crisis financiera de 2008 y las lecciones extraídas de la gestión de sus fricciones sociales y política; ii) el parón económico forzoso de la pandemia; iii) el retorno sobrevenido por las preocupaciones de seguridad nacional a causa de la guerra en Europa.

La consecuencia es que ese proyecto de economía política -que muchas veces se etiqueta como neoliberalismo- es mucho más una teoría sobre el diseño del Estado que una teoría sobre los mercados como recuerda Quinn Slobodian, ha dejado de ser el marco de referencia predominante. Su devaluación teórica corre pareja a la experimentación de políticas públicas que rompen con la ortodoxia. Es indudable que las lecciones de la historia son concluyentes respecto a lo inviable de cualquier ilusión de eliminación completa de los mecanismos de mercado. Pero viéndolo en perspectiva, estamos asistiendo a un importante balanceo de esa relación Estado-iniciativa privada que es inherente a las economías modernas. El Estado, que nunca se fue, ya no es pensado sólo como un mero corrector de fallos del mercado, sino como un agente que debe ser protagonista en el nuevo momento económico. Categorías tales como política industrial están conociendo una importante rehabilitación intelectual. Y prosperan además perspectivas económicas pluralistas e innovadoras, que

abren espacio legítimo para formas de gestión comunal de los recursos. También cobran fuerza la idea de fortalecer tejidos empresariales de índole cooperativo vinculados a la economía social.

Por su naturaleza física, este desafío de la gobernanza se presenta con matices diferentes para el litio y para el hidrógeno verde. Pero ya no resulta evidente que una gobernanza con un peso fuerte del sector público en los diferentes momentos de la producción sea una opción anacrónica o un recurso transitorio que debiera retirarse cuando los mercados estén maduros y los precios sean competitivos. Dependerá de los contextos, de cada recurso, y de las coyunturas políticas. Como apuntaba Polanyi con lucidez en el año 1944, el ideal del mercado autorregulado ha demostrado ser una empresa utópica con efectos sociales y antropológicos tan autodestructivos como la utopía de la dirección económica completamente centralizada. En el siglo XXI, el eclecticismo económico se instala como un suelo de sabiduría política mínima. Y problematizar los alineamientos automáticos de las futuras políticas públicas de litio e hidrógeno verde con los parámetros del Consenso de Washington, cuya hegemonía está intelectualmente quebrada, se ha convertido en una discusión obligatoria que toda sociedad debe afrontar.

2. PRODUCIR CONOCIMIENTO PARA HACER FRENTE A LOS DESAFÍOS. EL PAPEL DE IBEROAMÉRICA EN LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La resolución de todos los desafíos antes enumerados tiene algo en común; el conocimiento es clave. Y eso no sólo implica el acceso a la información científica de frontera o a tecnologías limpias y eficientes; tiene que ver también con la capacidad de tener un rol central en el desarrollo de ese conocimiento y esas tecnologías y poder adecuarlas a los contextos locales. Como se dijo, no se trata solamente de un desafío para la I+D en ciencias exactas e ingenierías, sino también para las ciencias sociales a la hora de encontrar soluciones para gestión económica de la transición, el desarrollo de políticas públicas adecuadas y la incorporación armónica de las comunidades locales afectadas por los cambios.

Monitorear el papel de Iberoamérica en la investigación y el desarrollo en los temas relacionados con el litio y el hidrógeno verde es crucial en esta etapa para la región.

2.1. Las huellas de la investigación y desarrollo

Si bien el conocimiento es de carácter intangible, su producción deja huellas que pueden ser medidas y analizadas. La capacidad de dar cuenta del estado del arte y de las tendencias en la investigación científica y el desarrollo tecnológico se enriquece cuando combina información cuantitativa y cualitativa. Así, es posible configurar un mapa de tendencias y relaciones, configurando un insumo de utilidad para la toma de decisiones y la prospectiva. Esas

huellas de la producción de conocimiento son, por ejemplo, las publicaciones científicas y las patentes industriales. En ese sentido, el análisis de la información contenida en las bases de datos bibliográficas y de patentes de invención resulta de particular importancia, ofreciendo las primeras un enfoque más orientado a la investigación y, las segundas, a la aplicación industrial. Este trabajo incluye a continuación un abordaje complementario de ambos dominios de información, habiéndose utilizado, por un lado, una de las principales bases de datos bibliográficas internacionales; SCOPUS y, por el otro, la base de patentes del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, según la sigla en inglés).

La dificultad inicial de un estudio de estas características recae en delimitar con claridad el objeto de estudio. Para este estudio se realizó una selección de documentos en torno a cuatro conjuntos: producción de hidrógeno, pilas de combustible, minería de litio y baterías de litio. De esta forma, se buscó cubrir la investigación en torno a la obtención de estos dos elementos como materia prima y de sus dos principales aplicaciones tecnológicas.

En el caso de las publicaciones, la búsqueda de documentos fue realizada sobre la base de datos del SCOPUS, que cuenta con una colección de alrededor de veinticinco mil revistas científicas de primer nivel, recopiladas con criterios de calidad y cobertura, que dan cuenta de la investigación en la corriente principal de la ciencia internacional. Se definieron una serie de palabras clave y se recuperaron aquellos registros que contenían al menos una de ellas en los campos de título, resumen o palabras clave. El listado completo de las palabras clave utilizadas se encuentra en el Anexo I de este documento.

Por otra parte, las patentes de invención son una fuente valiosa de información sobre el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Cada una de las partes que las componen (título, resumen, descripción, reivindicaciones, titular, inventor, fecha de presentación de la solicitud, fecha de concesión de la patente, país de otorgamiento y citas del arte previo) nos permite conocer un aspecto en particular de ese resultado de investigación protegido jurídicamente. Al igual que las publicaciones, las patentes tienen dos usos diferentes, más allá de la protección a la propiedad intelectual que brindan. Por un lado, al tratarse de un cúmulo tan enorme de información (actualmente hay más de cuarenta y siete millones de patentes en el mundo), la extracción de información puntual de los documentos sirve para favorecer la transferencia de tecnología y para facilitar la innovación en el sector productivo. Por otro lado, la construcción de indicadores a partir de los documentos de patentes permite observar las tendencias en el desarrollo tecnológico de diferentes campos, aprovechando la información estructurada en esos documentos, permitiendo poner el foco en distintos aspectos que van desde los campos de aplicación hasta la distribución geográfica de los titulares e inventores.

Existen distintas fuentes de información utilizadas habitualmente para la construcción de indicadores de patentes. De acuerdo a los intereses de cada estudio,

pueden seleccionarse las oficinas de propiedad industrial de uno o varios países simultáneamente. En este caso, el estudio se elaboró sobre la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, según su sigla en inglés), que contiene los documentos registrados mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT). El tratado PCT permite solicitar la patente por una invención de manera simultánea en distintos países miembros del tratado que el inventor selecciona de acuerdo a su criterio. Si bien la decisión de otorgar o no la patente recae en las oficinas de patentes de cada uno de los países, este mecanismo facilita enormemente la tramitación del registro en oficinas múltiples ya que las solicitudes que llegan mediante el convenio PCT no pueden ser rechazadas por cuestiones de forma en los países miembros. Asimismo, antes de ser enviada la solicitud a cada país se elabora una “búsqueda internacional” similar a la que realizan los examinadores de cada oficina. Este documento sirve tanto al titular para evaluar la patentabilidad de su invento como a los examinadores nacionales que ven así disminuido su trabajo.

La solicitud y el mantenimiento de patentes internacionales registradas mediante el tratado PCT son costosos en términos económicos y de gestión, por lo que sólo suelen registrarse allí los inventos con un potencial económico o estratégico importante. La selección de esta fuente se basó en ese criterio de calidad, apuntando a relevar con precisión los avances tecnológicos de punta a nivel mundial e iberoamericano. Por otra parte, con la utilización de una base de datos de estas características se facilita la comparabilidad internacional, que se vería seriamente dificultada en el caso de tomar alguna fuente nacional.

Para la selección del conjunto de patentes a analizar, se recurrió a la Clasificación Internacional de Patentes (IPC, según la sigla en inglés). Se trata de una serie de códigos, asignados por las oficinas de propiedad intelectual a cada documento, que se basan en los campos de aplicación de la invención patentada. El detalle de la definición está incluido en el Anexo I de este informe.

La extracción de datos y su análisis se realizó mediante la plataforma Intelligo,³ un explorador de información científica y tecnológica que permite realizar búsquedas en patentes y en documentos de acceso abierto, ofreciendo mapas conceptuales, indicadores básicos y acceso directo a los documentos a texto completo en su fuente original.

2.2. Investigación científica y desarrollo tecnológico en torno al hidrógeno verde en Iberoamérica

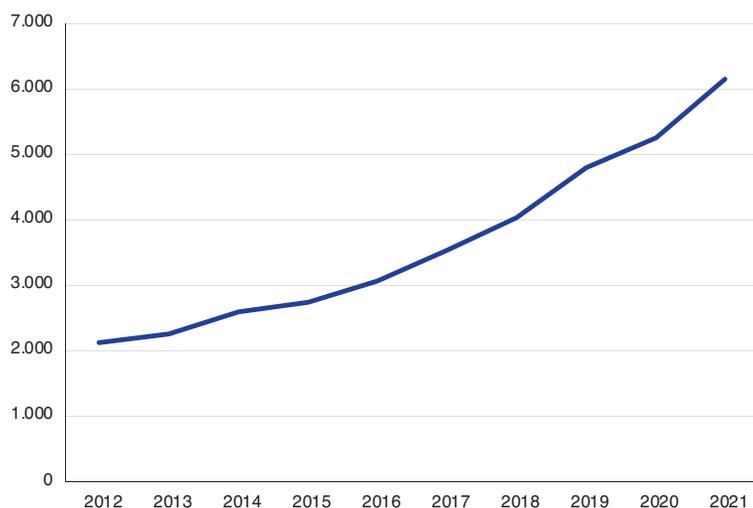
Como ya fue mencionado, la producción de hidrógeno verde en Iberoamérica es una nueva oportunidad para el desarrollo de la región. Sin embargo, no se trata sólo de tener un rol relevante en la producción de hidrógeno, como un nuevo *commodity*, sino también de aprovechar esa oportunidad para participar activamente en el desarrollo de tecnologías que agreguen valor a las ventajas naturales. En este terreno, el desarrollo de pilas de combustible o *fuel cells*, aparece como un campo promisorio. A continuación, se analizan las principales tendencias en la producción de conocimiento, mediante el análisis de publicaciones científicas, y en el desarrollo tecnológico, mediante patentes.

Producción de hidrógeno

Entre los diez años comprendidos entre 2012 y 2021 la producción científica sobre la obtención o producción de hidrógeno -ligado mayormente a un proceso de electrólisis basado en el uso de energías renovables- crece acompañando el interés global por el tema. A nivel mundial, se registraron en 2012 un total de 2.132 artículos en revistas indexadas en SCOPUS. Ese volumen creció un 188% en diez años, hasta alcanzar los 6.147 artículos en 2021 (**Gráfico 1**).

En la investigación sobre la producción de hidrógeno, el líder mundial es China, con 14.173 documentos acumulados en los diez años analizados en esta serie. El liderazgo chino no es sorprendente y se verifica en muchos campos de investigación. Sin embargo, en este caso su ventaja relativa es sumamente marcada; China participa en el 39% de los artículos publicados a nivel mundial. En segundo lugar aparece Estados Unidos, aunque con tan sólo 3.868 documentos en el decenio.

Gráfico 1. Publicaciones científicas mundiales sobre producción de hidrógeno



3. <http://explora-intelligo.info>

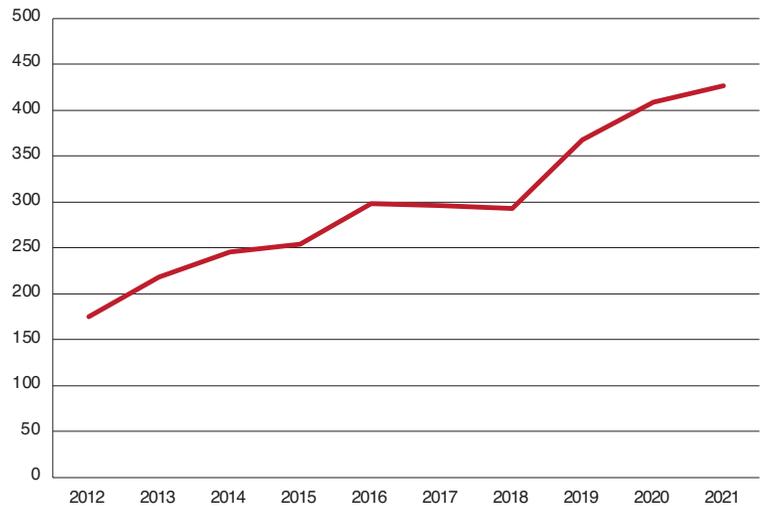
Es también muy relevante el papel de la India en esta temática, que con 2.232 artículos aparece en tercer lugar. Completan los cinco primeros puestos Corea del Sur, con 2.082 documentos, y Japón con 1.934. El primer país iberoamericano en cuanto a su producción científica en este tema es España, que aparece en el décimo puesto con 1.221. Es una posición consistente con la producción total mundial, donde España ocupa el puesto 11.

En ese contexto mundial, los países iberoamericanos registraron una producción total de 2.981 artículos en el mismo periodo. La tendencia fue al crecimiento de la cantidad anual de artículos, aunque con un llamativo estancamiento entre 2016 y 2018 (**Gráfico 2**).

Si bien no se trata de un volumen demasiado grande, representa el 8% de la producción mundial en este tema y es el mismo peso que tiene la región para el total de la base de datos, por lo que no se registra aquí ningún tipo de especialización. Además, esa participación en la literatura científica mundial relacionada con la producción de hidrógeno tuvo una tendencia decreciente.

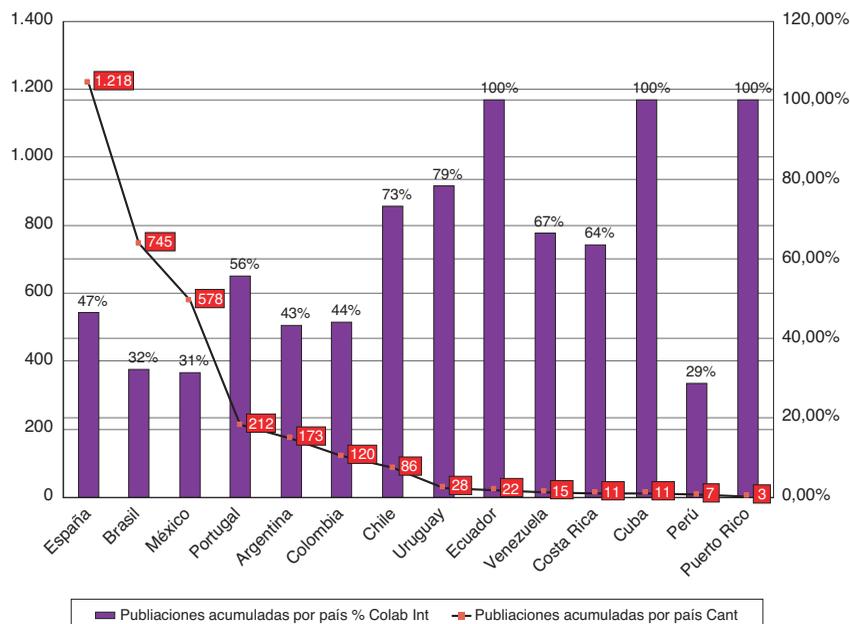
A lo largo del decenio analizado, el crecimiento de la producción científica iberoamericana fue del 143%; es decir, con una marcada alza aunque a un ritmo menor que el crecimiento de las publicaciones sobre la producción de hidrógeno a nivel mundial.

Gráfico 2. Publicaciones científicas iberoamericanas sobre producción de hidrógeno



Como se verifica habitualmente al analizar la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, la distribución de capacidades es muy desigual. España se destaca, con 1.281 documentos acumulados entre 2012 y 2021, seguida de Brasil con algo más de la mitad de ese volumen y por México con 578. Más atrás aparecen Portugal, Argentina, Colombia y Chile. Llama la atención la baja producción de Chile en este terreno, a pesar de ser un país con gran potencial natural en la temática. Sin embargo, aparece en el séptimo lugar en la región, cuando en el total de la producción registrada en SCOPUS se ubica en el quinto puesto.

Gráfico 3. Publicaciones científicas sobre producción de hidrógeno y porcentaje de colaboración internacional (acumulado 2012-2021)



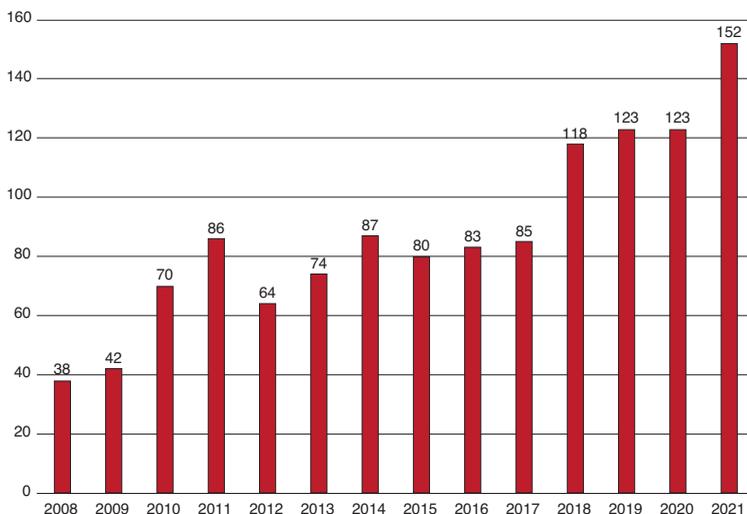
En un terreno tan promisorio en relación con su capacidad de revolucionar la transición energética en los próximos años, pero que a la vez tiene un volumen de investigación aún relativamente bajo, la colaboración internacional aparece como un factor clave para impulsar la frontera del conocimiento y generar masa crítica.

Los países iberoamericanos con mayor desarrollo relativo en esta temática son también los que menos tienden a colaborar internacionalmente. En el caso de España, el 46% de sus artículos fueron publicados en colaboración con autores de otros países del mundo. Brasil y México tienen valores algo menores, que rondan el 32%. Portugal tiene un patrón más parecido al de España, con un 55% de colaboración internacional, lo que puede resultar consistente con

Gráfico 4. Red iberoamericana de colaboración científica en la producción de hidrógeno



Gráfico 5. Patentes PCT asociadas a la electrólisis para la producción de hidrógeno por año de solicitud.



las dinámicas de investigación de la Unión Europea. Los latinoamericanos restantes con más de 100 artículos acumulados en el periodo, Argentina y Colombia, rondan el 44% de colaboración internacional.

Sin embargo, para analizar la existencia de un espacio colaborativo de investigación sobre la producción de hidrógeno en Iberoamérica se ha construido una red a partir de la firma conjunta de artículos por parte de autores de los distintos países de la región (**Gráfico 4**). Los lazos dan cuenta de esos vínculos de coautoría, que se incrementan en grosor en relación con la cantidad de artículos firmados conjuntamente. El tamaño de los nodos está dado por la cantidad de artículos acumulados por cada país en el periodo 2012-2021.

El resultado es una red en la que 12 de los 14 países iberoamericanos con publicaciones en este tema se encuentran conectados a la red. Las excepciones son Perú y Costa Rica. Entre los países conectados se destacan España, Brasil y México, no sólo por su volumen sino también por la cantidad de vínculos que establecen. Sin embargo, la colaboración iberoamericana no es de gran magnitud para estos países, ya que sólo el 10% de sus publicaciones presenta colaboración intrarregional. La copublicación regional es más importante para los países de desarrollo medio, como Argentina, Colombia y Chile, en los que se aproxima al 30%.

Para los países de menor desarrollo relativo en esta temática, la cooperación iberoamericana resulta clave. Por ejemplo, si bien tienen menos de 30 artículos acumulados en este periodo, Uruguay cuenta con el 75% de sus artículos firmados junto a otros autores de la región, mientras que en el caso de Cuba supera el 80%. En conjunto, se trata de una red medianamente conectada, en la que se producen el 27% de las conexiones posibles entre los 14 países activos en esta temática.

En el terreno del desarrollo tecnológico, es posible analizar las patentes registradas mediante el convenio PCT de la OMPI y asociadas con la electrólisis para la producción de hidrógeno. En este caso, dado que el volumen de documentos es menor, se han tomado las patentes solicitadas entre 2008 y 2021.

En total, se han identificado 1.225 registros de patente a nivel mundial, con una tendencia creciente, sobre todo a partir de 2018. En 2008 se solicitaron tan sólo 38 patentes relacionadas, mientras que en 2021 el número ascendió a 152 (**Gráfico 5**).

La titularidad de las patentes en esta temática está concentrada en países líderes a nivel mundial en desarrollo tecnológico y, razonablemente, comparte algunos de los rasgos vistos en la producción de artículos científicos. Japón y Estados Unidos lideran el ranking mundial con 279 y 227 patentes cada uno. Luego aparece Alemania, acumulando entre los tres primeros países el 50% de las patentes totales (**Gráfico 6**).

Completan el ranking de los cinco países con mayor titularidad de patentes Corea del Sur y China, aunque ambos por detrás de la posición que ostentan en el ranking de publicaciones. Entre los primeros 15 titulares de patentes, España es el único país de Iberoamérica.

El nivel de patentamiento en la región iberoamericana es mucho menor, alcanzando un total de 31 patentes PCT solicitadas en relación con la producción de hidrógeno entre 2008 y 2021. Entre ellas, España figura como titular en 18, Brasil en 4, México en 3, Portugal en 2 y Chile, Colombia y Costa Rica en una.

Pilas de combustible de hidrógeno

Entre 2012 y 2021, la investigación para el desarrollo de pilas de combustible de hidrógeno se mantuvo en expansión. En volumen, se trata de un área mucho mayor que la de la producción de hidrógeno, acumulando más del doble de artículos en SCOPUS, con un total de 87.818 artículos. Su crecimiento, sin embargo, fue mucho más moderado, alcanzando un 45% entre las puntas de la serie analizada (**Gráfico 7**).

En este terreno, los países de mayor producción científica son los mismos que en la producción de hidrógeno, dando cuenta de un desarrollo consistente a lo largo de la cadena de desarrollo del hidrógeno como clave para la transición energética. China lidera con 24.982 artículos acumulados, aunque su distancia con Estados Unidos, en el segundo lugar con 13.446, es menos importante en comparación con lo visto para la producción de hidrógeno. Completan la lista de los cinco países más productivos la India, Corea del Sur y Japón, con una producción acumulada que ronda los seis mil documentos en el decenio analizado.

La producción iberoamericana resulta mayor en volumen que la de producción de hidrógeno, aunque en términos relativos su papel a nivel mundial es menor. La región acumuló 5.309 artículos publicados en SCOPUS en el periodo analizado. Se trata de un 6% de la producción mundial; dos puntos porcentuales por debajo de su participación total en esa base de datos

Gráfico 6. Patentes PCT asociadas a la electrólisis para la producción de hidrógeno por país del solicitante

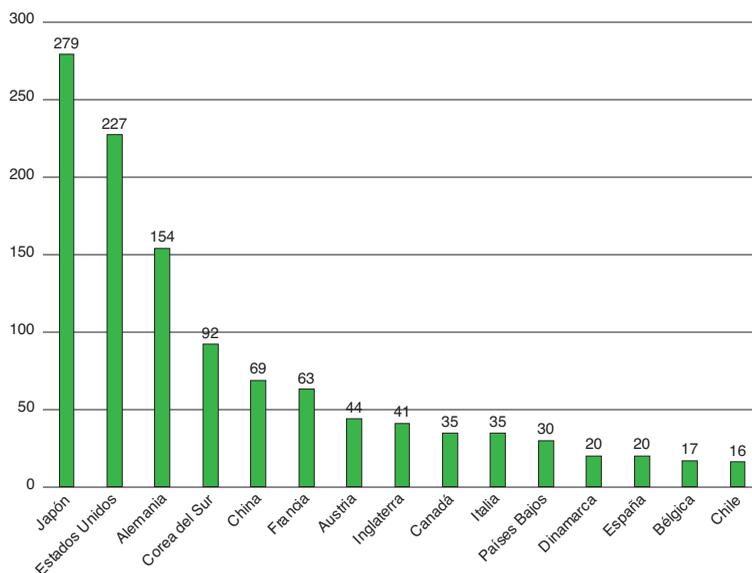


Gráfico 7. Publicaciones científicas mundiales sobre pilas de hidrógeno

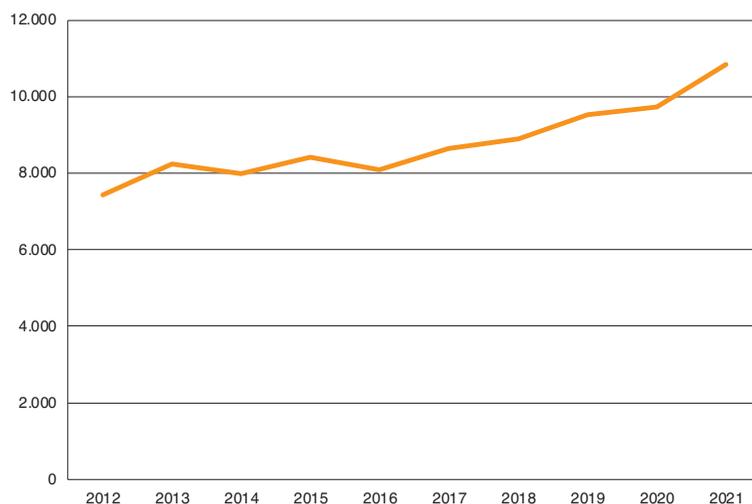


Gráfico 8. Publicaciones científicas iberoamericanas sobre pilas de hidrógeno

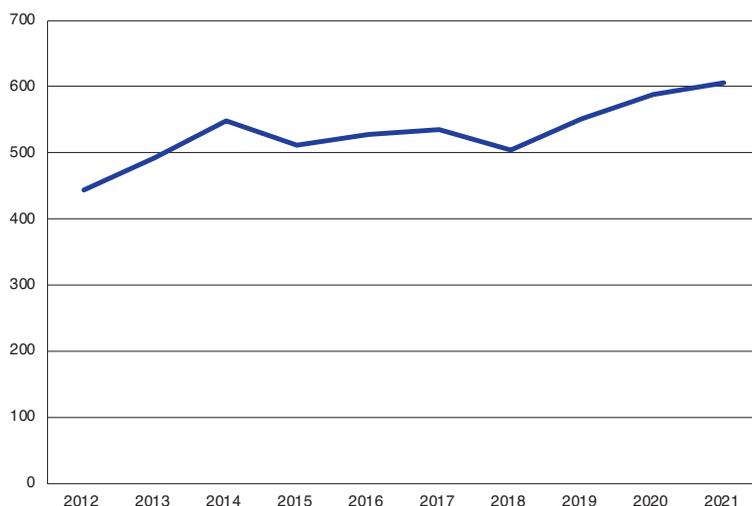
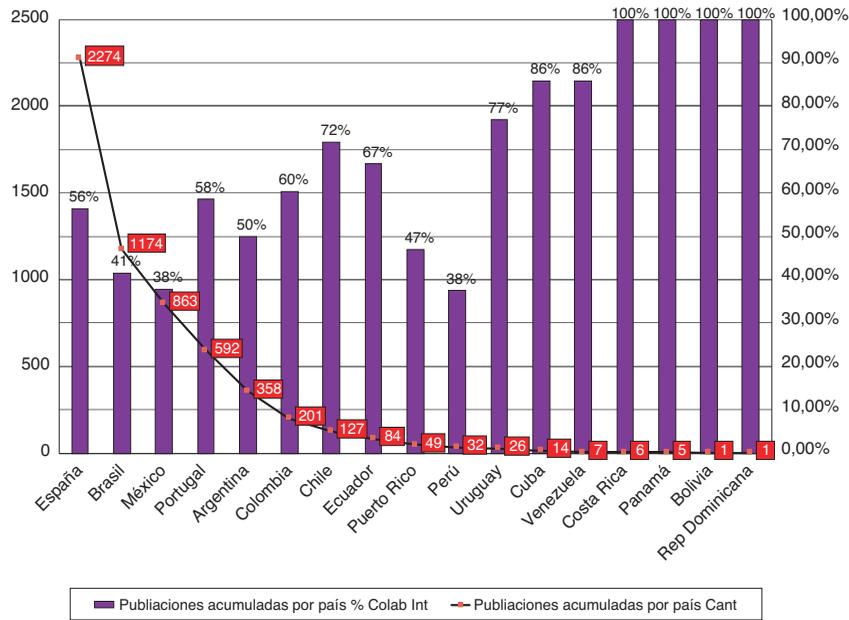


Gráfico 9. Publicaciones científicas sobre pilas de hidrógeno y porcentaje de colaboración internacional (acumulado 2012-2021)



(Gráfico 8). Además, presentó una tasa de crecimiento 10 puntos porcentuales menor a la de la producción mundial en esta temática, con un incremento del 36% entre puntas.

No es una buena señal, ya que da cuenta de una debilidad relativa de la región en el desarrollo de una tecnología que se muestra como clave para el futuro. No se trata de una excepción, dado el limitado desarrollo de la región en la investigación relacionada con tecnologías de punta.

A nivel regional, una vez más España aparece con una clara ventaja en términos de volumen de producción, acumulando 2.274 artículos en el decenio 2012-2021. A continuación aparecen Brasil, México y Portugal. Es de destacar el rol de Argentina en la investigación sobre pilas de hidrógeno, ya que aparece en el quinto lugar regional, delante de Colombia y Chile (Gráfico 9).

Gráfico 10. Red iberoamericana de colaboración científica en pilas de hidrógeno



La colaboración internacional de los países iberoamericanos en esta temática es también más intensa que en la producción de hidrógeno. Aunque el patrón comparado entre países es similar, con mayor colaboración de los de menor desarrollo relativo, el porcentaje de artículos en coautoría internacional es mayor en todos los casos. En España y Portugal se aproxima al 60%, mientras que al 40% en Brasil y México.

La red de colaboración iberoamericana aparece nuevamente estructurada en torno a los países de mayor producción; España, Brasil y México. De los 17 países de la región con actividad en este tema, 5 no cuentan con vínculos de coautoría con otros países iberoamericanos. Se trata, además de algunos de los de menor desarrollo relativo, pero que tienen toda su producción en coautoría con países fuera de la región (Gráfico 10).

En este caso, la colaboración regional es de mayor relevancia para los países iberoamericanos de desarrollo científico medio en este tema, en particular para Argentina, Colombia y Chile. Sin embargo, la desconexión

de cinco países hace que la red resultante esté menos conectada; existiendo tan sólo el 18% de los lazos posibles.

Si analizamos la cantidad de patentes solicitadas mediante el convenio PCT asociadas a la producción de pilas de combustibles de hidrógeno, vemos que el volumen de producción es algo mayor al de la temática de producción de hidrógeno, acumulando 1.660 registros entre 2008 y 2021. La cantidad de patentes solicitadas cada año se mantiene un poco más estable en los últimos diez años, entre 100 y 130 solicitudes anuales (**Gráfico 11**).

Al igual que en el desarrollo de tecnologías para la producción de hidrógeno, Japón, Estados Unidos y Alemania lideran el ranking de titularidad de patentes. En este caso la concentración es aún mayor, alcanzando al 60% de las invenciones (**Gráfico 12**).

La cantidad de patentes publicadas en la que figuran países iberoamericanos entre sus titulares es muy escasa, con tan sólo 12 registros. España concentra casi la totalidad al contar con 11 patentes y Brasil con una.

2.3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO SOBRE LITIO EN IBEROAMÉRICA

El otro elemento clave en la transición energética, y en el que la región puede tener un papel central por sus recursos naturales, es el litio. Como ya fue desarrollado, especialmente los países del triángulo del litio tienen una oportunidad de gran magnitud, pero una vez más resulta necesario avanzar también en el desarrollo y aplicación de tecnologías que permitan agregar valor a la producción primaria. En ese sentido, avanzar en el desarrollo y producción de baterías de litio es clave. A continuación, focalizando en la minería de litio y las baterías, se analizan las principales tendencias en la producción de conocimiento, mediante el análisis de publicaciones científicas, y en el desarrollo tecnológico, mediante patentes.

Minería de litio

La investigación relacionada con la minería de litio ha generado una producción de artículos muy baja. En 2012, a nivel mundial sólo se han identificado 30 artículos sobre este tema en revistas indizadas en SCOPUS. A partir de 2016 se observa un cambio de tendencia, momento en el cual la producción aumenta hasta un pico de 164 en 2021, el último año

Gráfico 11. Patentes PCT en pilas de hidrógeno por año de solicitud.

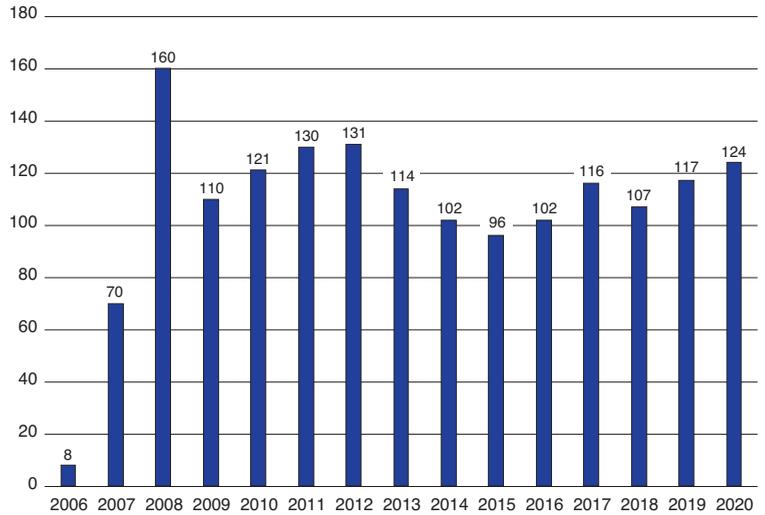


Gráfico 12. Patentes PCT en pilas de combustible de hidrógeno por país del titular

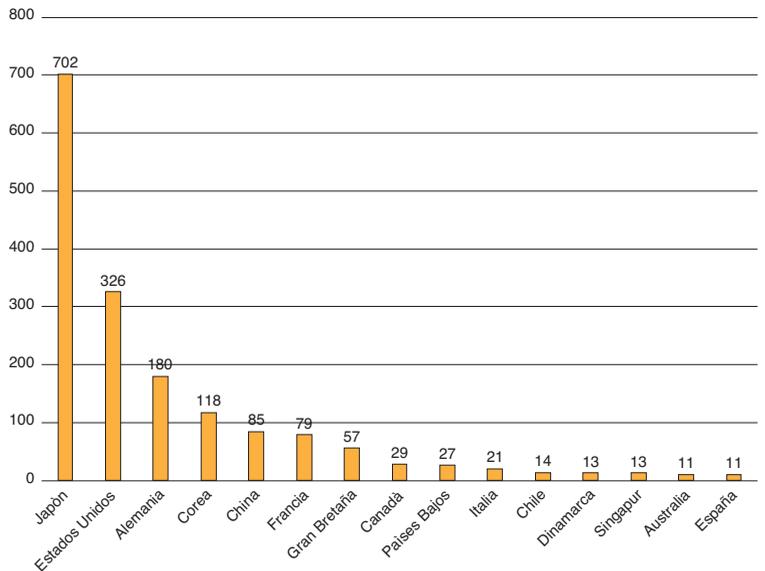


Gráfico 13. Publicaciones científicas mundiales sobre minería de litio

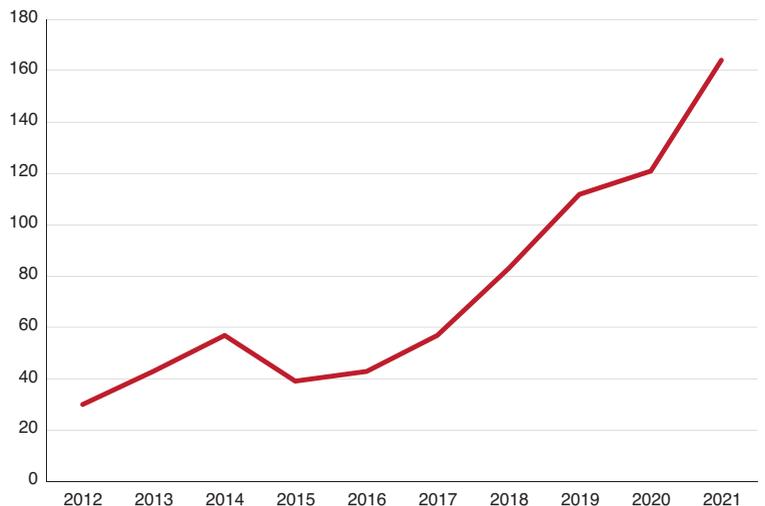
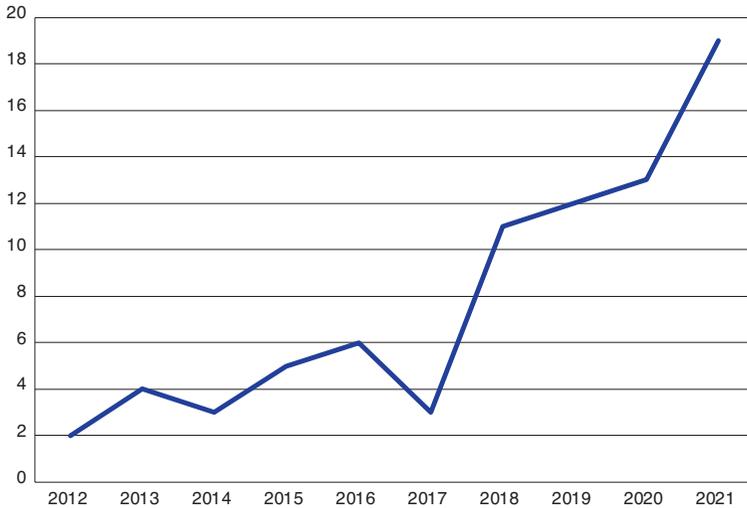


Gráfico 14. Publicaciones científicas iberoamericanas sobre minería de litio



analizado aquí. En total, entre esos dos años, se acumularon un total de 749 artículos en SCOPUS (Gráfico 13).

Una vez más, el país líder en términos de cantidad de artículos es China con 171 publicaciones, seguido de Estados Unidos con 114 documentos pero, a diferencia de lo que sucedía con los artículos científicos en el campo del hidrógeno, España se encuentra el el quinto lugar a nivel mundial, luego de Alemania y Australia.

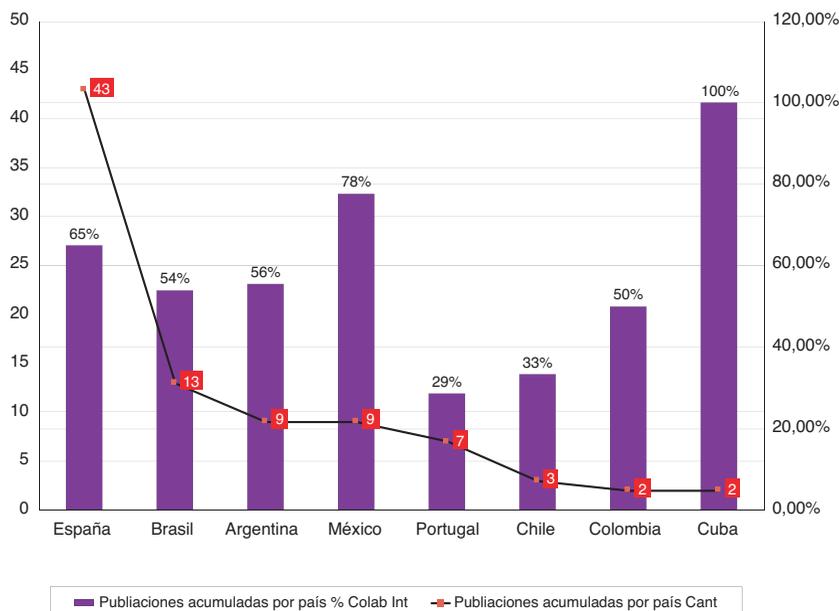
El conjunto de países de Iberoamérica cuenta con 78 publicaciones científicas acerca de la minería de litio, con una participación del 10% de la producción mundial en el tema. Es decir, dos puntos porcentuales más que el peso regional en el total de publicaciones. Si bien los valores son bajos, acumulando Iberoamérica tan sólo 78 artículos entre 2012 y

2021, la tendencia de crecimiento es similar a la del total acelerándose en los últimos cuatro años en análisis (Gráfico 14).

Hay un punto interesante en este mayor volumen relativo de la producción científica iberoamericana y que está relacionado con el desafío de la cooperación comunitaria -desarrollado anteriormente- y de los efectos de la minería sobre los habitantes de las zonas afectadas. En el total mundial, el 4% de los artículos relacionados con la minería de litio se publicaron en revistas de ciencias sociales. En Iberoamérica, en cambio, ese valor asciende a más del doble alcanzando el 10% del total. Aunque el valor estadístico en números tan pequeños debe ser relativizado, si se toman puntualmente los tres países del triángulo del litio, el 15% de los artículos pertenecen a las ciencias sociales y se orientan a los efectos socioambientales de la extracción de litio.

España, que figura entre los cinco países con mayor producción científica en litio, obviamente también lidera el ranking de países iberoamericanos con 43 registros. Además, con 65% de los artículos en coautoría internacional, cuenta con una alta colaboración. Le sigue Brasil con 13 publicaciones, de las cuales prácticamente la mitad son producto de trabajos colaborativos entre investigadores de diferentes países. Argentina y México cuentan con 9 publicaciones, con un nivel de colaboración internacional más alto en el caso del segundo (Gráfico 15).

Gráfico 15. Publicaciones científicas sobre minería de litio y porcentaje de colaboración internacional (acumulado 2012-2021)



La red de colaboración iberoamericana aparece nuevamente estructurada en torno al país de mayor producción, España, y con un vínculo de coautoría más fuerte entre los cuatro principales países en términos de producción en el tema: Brasil, Argentina y México. Chile, a pesar de ser un país relevante en el tema, no cuenta con publicaciones en coautoría regional (**Gráfico 16**).

La cantidad de patentes relacionadas a la obtención de litio a nivel mundial es baja, con 201 registros en la base de datos del convenio PCT. La evolución anual de las solicitudes presenta altibajos, lógicos dado el bajo volumen, pero muestra un claro cambio a partir de 2017. Entre 2017 y 2021, el promedio anual de patentes solicitadas en relación con la obtención de Litio es de 28,6, mientras que en la etapa previa había alcanzado las 7,2. (**Gráfico 17**).

A nivel mundial, Japón lideró el patentamiento, con 32 registros acumulados en este periodo. Le siguieron China y Estados Unidos, ambos con 30 registros. Australia, con 22, y Alemania, con 21, completan el top 5 de titulares de patentes (**Gráfico 18**).

Iberoamérica no suele destacarse por su nivel de patentamiento, y aún menos en un campo de tan bajo volumen como éste. La cantidad de patentes publicadas en la que figuran países iberoamericanos entre sus titulares es de 7. Es interesante que, a pesar del bajo número de registros totales, dos países del triángulo del litio lideran la región; se trata de Argentina y Chile con dos patentes cada uno. También cuentan con patentes sobre la extracción de litio Portugal, España y México.

Baterías de litio

La investigación mundial sobre baterías de litio, reflejada en la producción de artículos científicos ha tenido una rápida expansión, multiplicándose más de cuatro veces y media entre 2012 y 2021 según datos de SCOPUS. De esa forma, pasó de 752 documentos en 2012 a 3.506 en 2021 y totalizando 23.093 artículos en todo el periodo (**Gráfico 19**).

Una vez más, la investigación mundial está liderada por China, que acumula 9.108 artículos entre 2012 y 2021. Le siguen Estados Unidos, con menos de la mitad de los documentos -4.663- y Corea del Sur con 2.040. El primer país iberoamericano es, nuevamente, España en el puesto 13 con 428 artículos en revistas de SCOPUS.

Gráfico 16. Red iberoamericana de colaboración científica sobre minería de litio



Gráfico 17. Patentes PCT sobre producción de litio por año de solicitud.

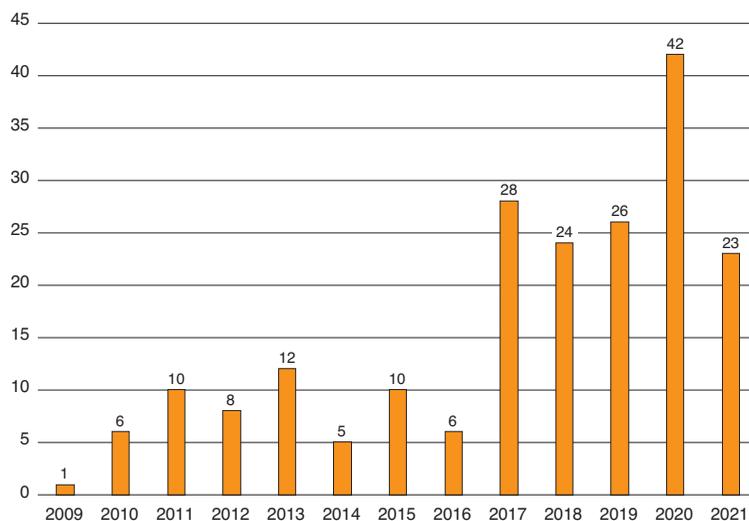


Gráfico 18. Patentes PCT sobre producción de litio por país del titular

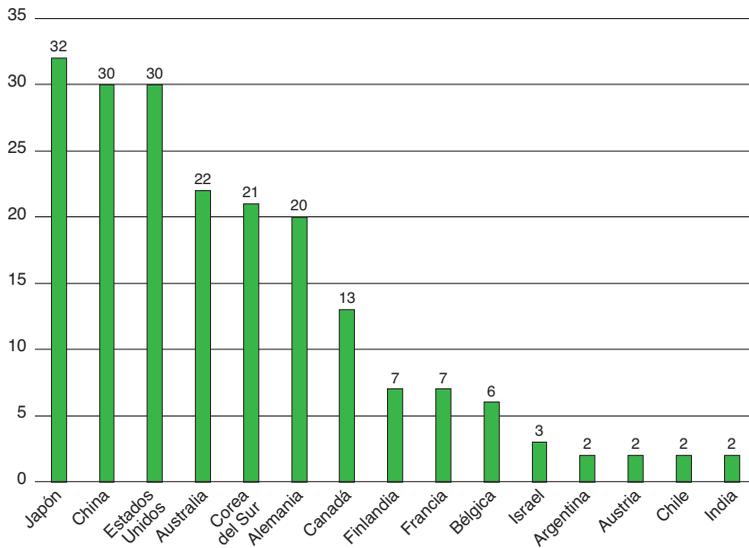


Gráfico 19. Publicaciones científicas mundiales sobre baterías de litio

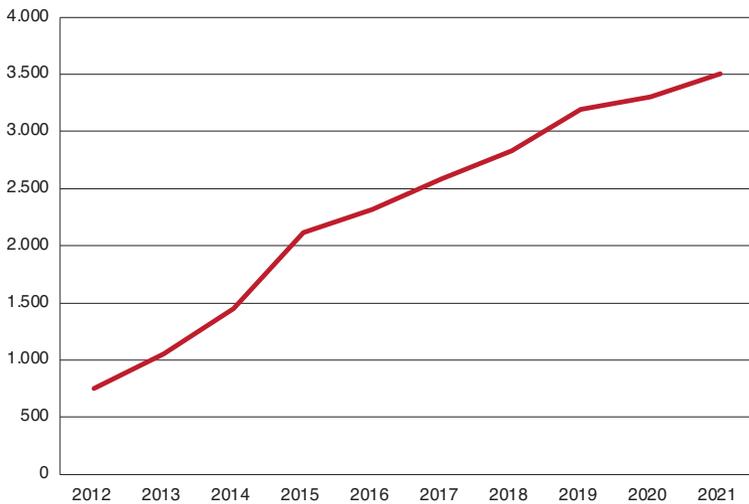
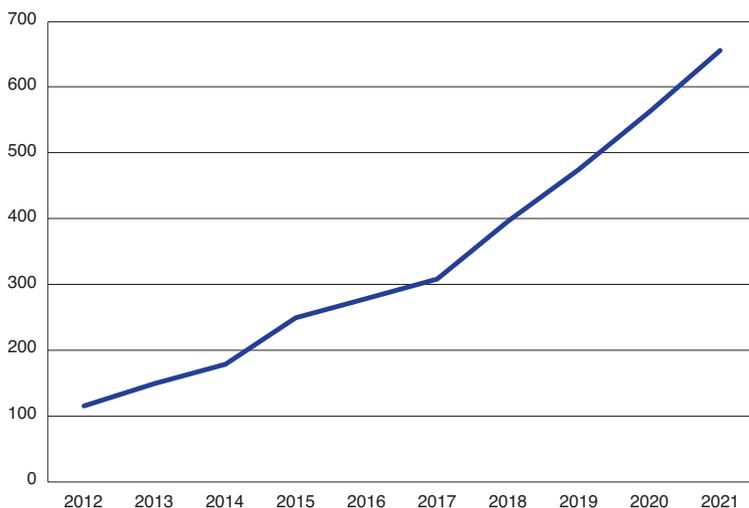


Gráfico 20. Publicaciones científicas iberoamericanas sobre baterías de litio



La producción iberoamericana sobre esta temática tiene una tendencia similar al desarrollo de las publicaciones a nivel mundial, aunque con un volumen relativo bajo que se mantiene en torno al 6% de la producción global. La cantidad de artículos firmados por autores de la región pasó de 444 en 2012 a 606 en 2021 (**Gráfico 20**).

Dentro de Iberoamérica, la producción está encabezada por España, que con 1.921 está cerca de cuadruplicar la producción acumulada entre 2012 y 2021 del país que ocupa el segundo lugar; Brasil con 568. Posteriormente aparecen Portugal, México y Argentina, que son los únicos que consiguen superar los 150 registros acumulados en este periodo (**Gráfico 21**). Una vez más, los países de mayor desarrollo son los que menos tienden a colaborar a nivel internacional. Es particularmente llamativo en los casos de Argentina y Brasil, que tan sólo han firmado en torno al 44% de sus artículos con autores de otros países.

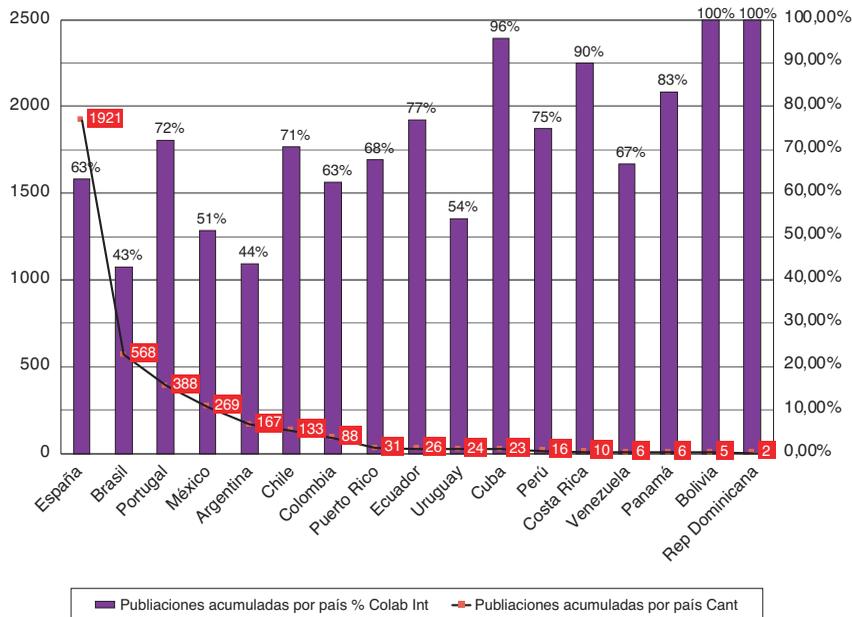
La colaboración iberoamericana en la investigación relacionada con el desarrollo de baterías de litio está organizada en torno al triángulo de los países más productivos en la temática: España, Brasil y Portugal. México, Argentina y Chile, que continúan el ranking de producción científica en esta área, muestran también una intensa colaboración regional. Puerto Rico, Panamá y Bolivia son los únicos países que aparecen desconectados de la red. En parte como consecuencia de esta desconexión, la densidad del grafo es relativamente baja, existiendo el 19% de los lazos de copublicación posibles (**Gráfico 22**).

El desarrollo tecnológico, medido mediante el patentamiento, tiene un volumen mucho mayor en el área de las baterías de litio. Entre 2006 y 2020, la cantidad de patentes en esta temática asciende a 8.048, con un crecimiento sostenido en los últimos quince años (**Gráfico 23**).

Japón es responsable del 40% de las invenciones relacionadas con las baterías de litio, lo que se condice con un país con un marcado liderazgo en la industria electrónica. Lo sigue Corea con 1.517 y luego China junto a Estados Unidos con 967 patentes y 949 patentes respectivamente (**Gráfico 24**).

En este terreno, el patentamiento de empresas radicadas en los países iberoamericanos es nuevamente muy limitado. Suma un total de 13 patentes, la mayor parte bajo titularidad de España con 9, mientras que Argentina, Chile, República Dominicana y Portugal cuentan con una.

Gráfico 21. Publicaciones científicas sobre baterías de litio y porcentaje de colaboración internacional (acumulado 2012-2021)



3. COMENTARIOS FINALES: SUSTENTABILIDAD E INTEGRACIÓN, LOS PRINCIPALES DESAFÍOS PARA IBEROAMÉRICA

58

Litio e hidrógeno verde son dos booms tecnoc-económicos que surgen para enfrentar la tarea de la descarbonización energética y desplegar la lucha contra la emergencia climática. Sin embargo, en el contexto de la creciente crisis ecológica que estamos padeciendo, con una situación peligrosa de sobrepasamiento muy acusado de varios límites planetarios, los gases de efecto invernadero son sólo una de las aristas del problema. Circunscribir el litio y el hidrógeno verde a tecnologías que reducen emisiones sin tener en cuenta otras consideraciones ecológicas implica asumir una perspectiva de sustentabilidad débil que no está, ni técnica ni moralmente, a la altura del reto del Antropoceno. Por sustentabilidad débil se entiende aquí un enfoque reduccionista de consecución de la sostenibilidad basado en la sustitución de tecnologías y la priorización de objetivos expresados en algún indicador simbólicamente privilegiado. Por el contrario, se entiende por sustentabilidad fuerte un enfoque más sistémico de consecución de la sostenibilidad donde la sustitución de tecnologías es complementada con importantes reformas sociales. Todo ello desde una perspectiva compleja que busca abordar la multidimensionalidad de la crisis ecológica en sus diferentes problemas interrelacionados, incluyendo el clima y un indicador como el CO2 atmosférico, pero yendo más allá.

Gráfico 22. Red iberoamericana de colaboración científica sobre baterías de litio



Gráfico 23. Patentes PCT sobre baterías de litio por año de solicitud.

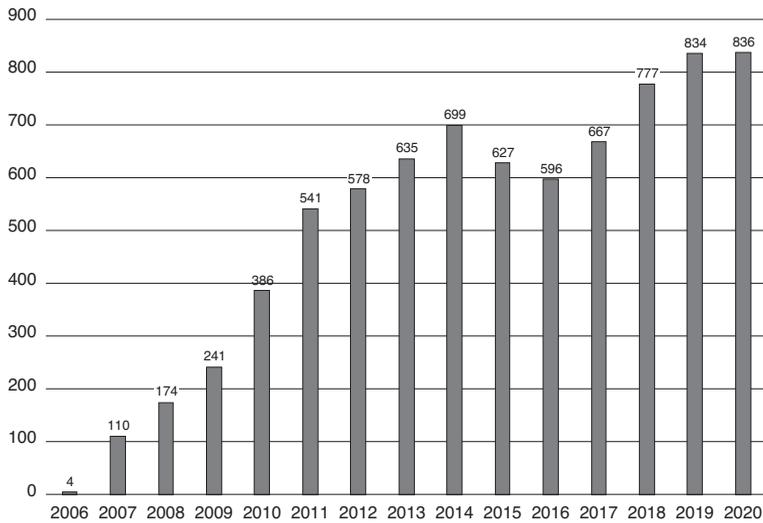
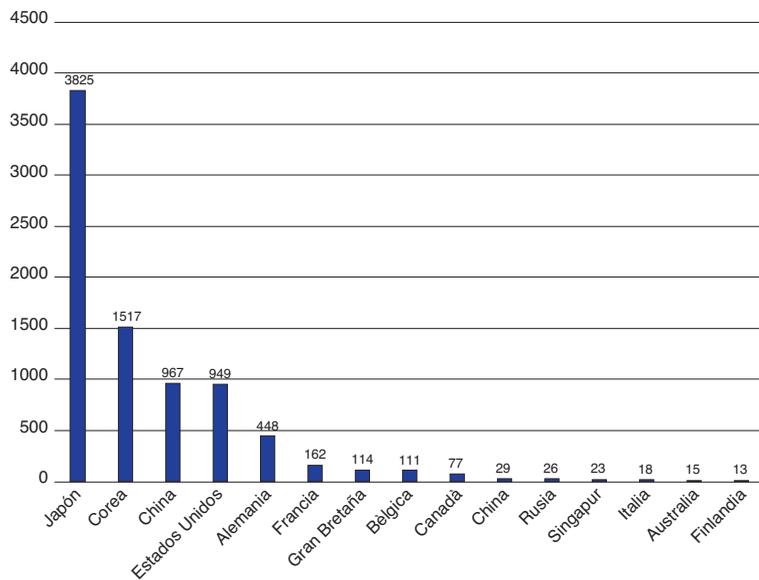


Gráfico 24. Patentes PCT sobre baterías de litio por país del titular



El desafío de la sustentabilidad fuerte nos remite a la necesidad de que los nuevos ciclos tecnológicos asociados a la transición energética se enmarquen dentro de un replanteamiento del paradigma del desarrollo sostenible, nacido con el informe Brundtland⁴ en 1987 y popularizado e institucionalizado tras la cumbre de Río 92. Nuestro momento histórico es otro. El intento de armonizar protección ambiental, cohesión social y las formas de entender el crecimiento económico que han sido predominantes en los últimos 30 años no ha cumplido con la meta que originalmente se había marcado. Después de tres décadas de implementación de la idea de desarrollo sostenible la capacidad ecológica de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, que es el corazón de su definición, ha sido violentamente impugnada por el modo en que las generaciones del presente hemos satisfecho las nuestras. La desigualdad económica y la conflictividad socioambiental, pese a las polémicas que pueden suscitar las metodologías de medición comparativa de estos fenómenos, no presentan tampoco resultados que nadie pueda abandonar.

Por todo ello, en la tercera década del siglo XXI reducir cuantitativamente y de un modo contrastado los impactos materiales de la actividad humana sobre la biosfera se ha tornado el imperativo marco que debe condicionar todos los demás objetivos del desarrollo. Aunque ello exija redefinir la noción de crecimiento económico o impulsar cambios sustanciales en modos de vida culturalmente arraigados. Poco más allá de mitad de siglo las emisiones de CO2 deben haber desaparecido si queremos mantenernos dentro de un umbral de seguridad climática razonable. Del mismo modo, la destrucción acelerada de ecosistemas debe haberse detenido y a ser posible revertido en procesos restaurativos. Estos objetivos de supervivencia material básica, pues de ellos depende mantener las condiciones de existencia de nuestros sistemas sociales en parámetros civilizados, no pueden ser flexibles. Son las estrategias de negocio o los modelos de consumo los que deben adaptarse a sus exigencias.

En el caso del litio, el desafío de la sustentabilidad fuerte se encarna en el debate abierto sobre la movilidad de una sociedad descarbonizada y el grado de circularidad económica que podamos desplegar. Un

4. ONU (1987), Nuestro Futuro Común: Informe Brundtland, Nueva York.

replanteamiento global de los patrones de movilidad con el objetivo de favorecer la relocalización productiva, fomentar el teletrabajo o desincentivar la propiedad particular del automóvil favoreciendo modelos de uso compartido se conjugarían para reducir sustancialmente la demanda futura de litio. Con ello se rebajarían los impactos socioambientales de su minería, que afectarán especialmente a algunos de los países iberoamericanos. Además, se asegurarían esquemas de suministro estables al destensar la presión que los escenarios de demanda más alta ejercerían sobre una oferta geológica limitada y muy irregularmente distribuida. Lo mismo sucedería si la tecnología y el marco regulatorio avanzasen para expandir y consolidar el reciclaje del litio, que hoy es anecdótico.

La necesidad de un salto de escala en materia de reciclaje de minerales críticos y economía circular nos conecta también con el desafío de la sustentabilidad fuerte en el caso del hidrógeno verde. Más allá de los impactos socioambientales asociados a la sobredimensión de instalaciones renovables a la que debe aspirar un país exportador de hidrógeno verde, que en sí mismos son problemáticos, los escenarios de alta penetración de renovables están siendo discutidos por un número creciente de estudios. Estos se muestran escépticos sobre la posibilidad de que las reservas geológicas de algunos elementos puedan cubrir la demanda prevista. Según estas tesis, ciertos minerales pueden suponer cuellos de botella en los planes de despliegue de una planta nacional de energías renovables productora de hidrógeno verde. En los estudios de Antonio Valero y Alicia Valero, que lideran un equipo español experto en el cálculo del capital mineral del planeta Tierra, escenarios como el ya mencionado 2DS de la Agencia Internacional de la Energía van a implicar riesgos muy altos de suministro (demanda superior a los recursos conocidos) de teluro. Y riesgos altos de suministro (demanda superior a las reservas conocidas) de otros doce elementos: plata, cadmio, cobalto, cromo, cobre, galio, indio, litio, manganeso, níquel, platino y zinc. Esta escasez potencial, unida a los impactos socioambientales de las infraestructuras renovables y la minería, se combinan para encuadrar las futuras políticas públicas de hidrógeno verde en una deliberación más amplia: cómo ajustar las futuras explotaciones de litio e hidrógeno verde a un modelo de desarrollo diseñado en clave de sustentabilidad fuerte.

Los horizontes que se abren en esta tarea tienen que ver, en primer lugar, con la necesidad de una reducción absoluta y no solo relativa del consumo energético. Algo ya contemplado en la mayoría de los escenarios climáticos que son coherentes con los compromisos y los ritmos del Acuerdo de París. Lo sustentable es planificar una demanda de hidrógeno razonable dentro de un consumo energético racionalizado, más eficiente, y por tanto comparativamente menor al actual sin por ello afectar al bienestar de la población. Esto es especialmente relevante en algunos sectores como el transporte, ya que el papel del hidrógeno en un mix energético futuro está muy relacionado con la movilidad pesada de larga distancia. Un sector, el del transporte global de mercancías, que podría rebajarse sustancialmente con políticas serias favorecedoras de la relocalización productiva, los circuitos cortos de

comercialización y de alternativas más sostenibles, como el ferrocarril.

En segundo lugar, al igual que con el litio, es preciso desplegar un salto de escala en materia de economía circular. Este tendría implicaciones económicas (las plantas de recuperación de minerales críticos, todavía muy escasas, suponen enormes inversiones) pero también técnico-legislativas: el diseño de los aparatos modernos carece de estándares que faciliten el desensamblado para recuperar los minerales dispersos en ellos al final del ciclo de vida. En esta línea, necesitamos avanzar en marcos legales que promuevan productos robustos, modulares y fácilmente desmontables.

Por último, y como ya fue mencionado a lo largo del texto y se ha expuesto claramente en el análisis de publicaciones y patentes, Iberoamérica requiere de una fuerte iniciativa de cooperación para tener un papel relevante en el desarrollo e implementación de estas tecnologías. Cooperar, poniendo en común capacidades de investigación (personal, instalaciones, conocimientos) es una sugerencia frecuente en los diversos documentos que buscan asesorar a los decisores políticos latinoamericanos ante los retos de estas nuevas tecnologías.

Pero en un tema tan transversal como la transición energética, las posibilidades de este horizonte de colaboración regional no se limitan al I+D. Los retos transversales son mucho más amplios. La capacidad para las sinergias y las simbiosis también. Que tres países iberoamericanos geográficamente contiguos como Chile, Argentina y Bolivia concentren una porción tan significativa de las reservas de litio conocidas en el mundo ofrece una posibilidad de cooperación de alto impacto en la gobernanza económica global de este recurso.

Del mismo modo, ante la baja densidad de población y los déficits en redes ferroviarias, en América Latina el grueso del transporte de mercancías (un 90%) se realiza por carretera. Desplegar la infraestructura transfronteriza que permita sustituir los motores diésel de estos camiones por formas de movilidad sostenible supone una inmensa oportunidad para políticas industriales coordinadas en materia de hidrógeno o movilidad eléctrica. A su vez, América Latina cuenta con infraestructuras transfronterizas energéticas ya existentes que pueden servir de laboratorio para aprendizajes técnicos e institucionales a ambos lados de la frontera, como las grandes centrales hidroeléctricas.

Finalmente, América Latina es una región cuya red eléctrica está pobremente interconectada. Al igual que la Unión Europea se ha propuesto objetivos de interconexión eléctrica ambiciosos de aquí a 2030 como uno de los pilares estratégicos de su avance decidido hacia un mix energético 100% renovable, los países latinoamericanos podrían seguir un camino análogo. Y las posibilidades para la colaboración e integración regional no se agotan en América Latina: que España y Portugal estén adquiriendo un protagonismo energético creciente en el marco del *European Green Deal* convierte a la Organización de Estados Iberoamericanos en una institución-puente con capacidad para concebir,

facilitar y desplegar diferentes formas de ayuda mutua en el campo de la investigación científica y el desarrollo tecnológico entre dos regiones globales que comparten un elevado potencial para ejercer el liderazgo energético en un mundo post-carbono. Esto es central en la medida en que la ciencia -y también la educación- resultan clave, no sólo para el desarrollo de tecnologías, sino también para abordar la discusión de los desafíos políticos, económicos y sociales sobre bases más sólidas.

El análisis de las capacidades disponibles en la región, reflejadas en las publicaciones y patentes iberoamericanas, plantean algunas ventajas comparativas pero también debilidades, áreas de vacancia y grandes desafíos, como incrementar la colaboración entre países para alcanzar masa crítica o incentivar el desarrollo tecnológico y la integración del sector privado como un actor clave en este proceso.

Si se permite un paralelismo histórico especulativo, aunque no del todo carente de fundamento ni de interés, el secular anhelo de integración económica y política de los países iberoamericanos tiene en los requerimientos cooperativos de la transición energética una oportunidad de realizar avances sólidos. Como enseña el caso europeo, los procesos de integración regional exitosos dependen más de espacios parciales donde se institucionaliza la resolución cooperativa de problemas prácticos que de esquemas ideológicos marcados por un voluntarismo abstracto. La ciencia y la tecnología tienen todos los elementos para convertirse en uno de estos espacios.

¿Puede ser el litio o el hidrógeno verde en el espacio iberoamericano algo análogo a lo que fue el carbón y el acero después de la Segunda Guerra Mundial en el espacio europeo? La pregunta es imposible de contestar, pero es sin duda una pregunta políticamente estimulante.

Anexo I. Definiciones utilizadas en las búsquedas de publicaciones y patentes

Conjunto	Estrategia de búsqueda en publicaciones SCOPUS	Estrategia de búsqueda en patentes PCT
Producción de hidrógeno	TITLE-ABS-KEY ("hydrogen production")	ci:c25b1* AND hydrogen
Pilas de combustible	TITLE-ABS-KEY ("hydrogen" AND ("fuell cell" OR "fuel cells"))	ci:h01m8* AND hydrogen
Minería de litio	TITLE-ABS-KEY ("lithium" AND "mining")	ci:c22b26* AND lithium
Baterías de litio	TITLE-ABS-KEY ((("Li-ion" , "Li-ions" , "Li ion" , "Li ions" , "lithium ion" , "lithium ions" , "lithium-ion" ,) OR ("lithium-ions" AND ("cathode" , "anode" , "electrolyte" , "negative electrode" , "positive electrode" , "battery" , "cell" , "cathodes" , "anodes" , "electrolytes" , "batteries" , "cells" , "negative electrodes" , OR "positive electrodes")))))	ci:h01m4* AND lithium

2.5. ¿QUÉ HACEMOS CON EL LITIO? POLÍTICAS PARA LA CREACIÓN DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS EN ARGENTINA, BOLIVIA Y CHILE

MARTÍN OBAYA*

INTRODUCCIÓN

El litio es uno de los metales críticos para la transición energética por ser un insumo insustituible en la producción de las baterías utilizadas para la electromovilidad. Su demanda ha crecido de manera acelerada en la última década, y para el futuro se proyecta un incremento aún mayor (IEA, 2021).

El “triángulo del litio”, integrado por la Argentina, Bolivia y Chile, concentra el 56% de los recursos a nivel mundial (USGS, 2022). Se trata de un espacio geográfico que comprende un conjunto de salares con salmueras ricas en este metal, ubicados en los Andes Centrales de América del Sur, a una altura media de unos 4000 metros sobre el nivel del mar.

En esta región, se registra una progresiva convergencia en las narrativas sobre el litio, en favor de un “imaginario sociotécnico” que concibe al litio como un recurso que puede contribuir al desarrollo económico (Barandiarán, 2019). Ello no significa, sin embargo, que este imaginario se haya cristalizado de manera homogénea en las políticas públicas. Prevalece al interior de la región una gran heterogeneidad de enfoques e instrumentos que reflejan la convivencia no solo de visiones políticas distintas, sino también de regímenes jurídicos que condicionan el tipo de instrumentos que pueden utilizarse en cada caso.

Este artículo tiene como propósito ofrecer, para cada uno de los países del triángulo, una caracterización de aquellas políticas públicas que aspiran a contribuir a la creación de capacidades productivas y tecnológicas, y que suponen la

participación de actores del sistema de ciencia y técnica. Las perspectivas adoptadas, como se verá, difieren profundamente y dan lugar a distintas acciones, con un variado grado de articulación, que no en todos los casos configura una “estrategia”.

El artículo se estructura en cuatro secciones. En la primera se ofrece una descripción de los principales usos del litio, sus principales productores y la cadena de valor de baterías de ion de litio, que es la principal fuente de demanda del recurso. En la segunda sección, se analizan los principales rasgos de los regímenes jurídicos que regulan la actividad litífera en la Argentina, Bolivia y Chile, ya que dan indicaciones sobre las visiones estratégicas predominantes y condicionan el menú de instrumentos de política que pueden utilizarse. La tercera sección se concentra en el análisis de las políticas públicas dirigidas a crear capacidades productivas y tecnológicas vinculadas al litio. En la cuarta sección, se ofrecen algunas ideas sobre las áreas que presentan mayores oportunidades y aquellas que, en cambio, son más desafiantes para el desarrollo tecnológicos de los países de la región.

1. EL LITIO: INSUMO CRÍTICO EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Hasta la década de 1990, el litio tenía distintos usos industriales, entre los que se incluía la fabricación de cerámicos y vidrios, grasas y lubricantes, medicamentos e incluso la producción de tritio para armas nucleares (Christmann *et al.*, 2015; Baran, 2017). A partir del lanzamiento comercial de las baterías de ion de litio en

63

* Investigador de CONICET. Director del Centro de Investigaciones para la Transformación de la Escuela de Economía y Negocios de la Universidad Nacional de San Martín (CENIT-EEyN-UNSAM).

dispositivos electrónicos por parte de Sony, en 1991, éstas ganaron terreno como fuente de demanda de litio. En 2017, las baterías explicaban el 41% de la demanda de litio, mientras que el resto estaba explicado por otros usos industriales. Con la aceleración de la electromovilidad en los últimos años, las baterías pasaron a ser la principal fuente de demanda de litio y se proyecta que en 2025 explicará el 76% de la demanda total (Azevedo *et al.*, 2018). Así, el litio se consolidó como un insumo crítico de la transición energética. Los países que lideran este proceso dedican cada vez más esfuerzos en procurarse un abastecimiento seguro del recurso (Kalantzakos, 2020; Riofrancos, 2022). En términos generales, el nuevo paradigma económico hacia el que conduce la transición energética es mucho más intensivo en metales que el actual, basado en combustibles fósiles. El litio encabeza las proyecciones de expansión en las próximas dos décadas. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, la demanda de litio crecerá entre 13 y 42 veces, según se verifique un escenario de políticas declaradas (*stated policies scenario*) o uno de desarrollo sostenible (*sustainable development scenario*), respectivamente (IEA, 2021).

Vale la pena detenerse brevemente en el análisis de la cadena de valor de las baterías de litio, ya que ha sido objeto protagónico de las políticas de ciencia y técnica de los países sudamericanos ricos en este recurso. En los tres miembros del triángulo del litio, los instrumentos de promoción de ciencia y técnica vinculados a la industria del litio han dado un lugar central al desarrollo de capacidades en el área de baterías.

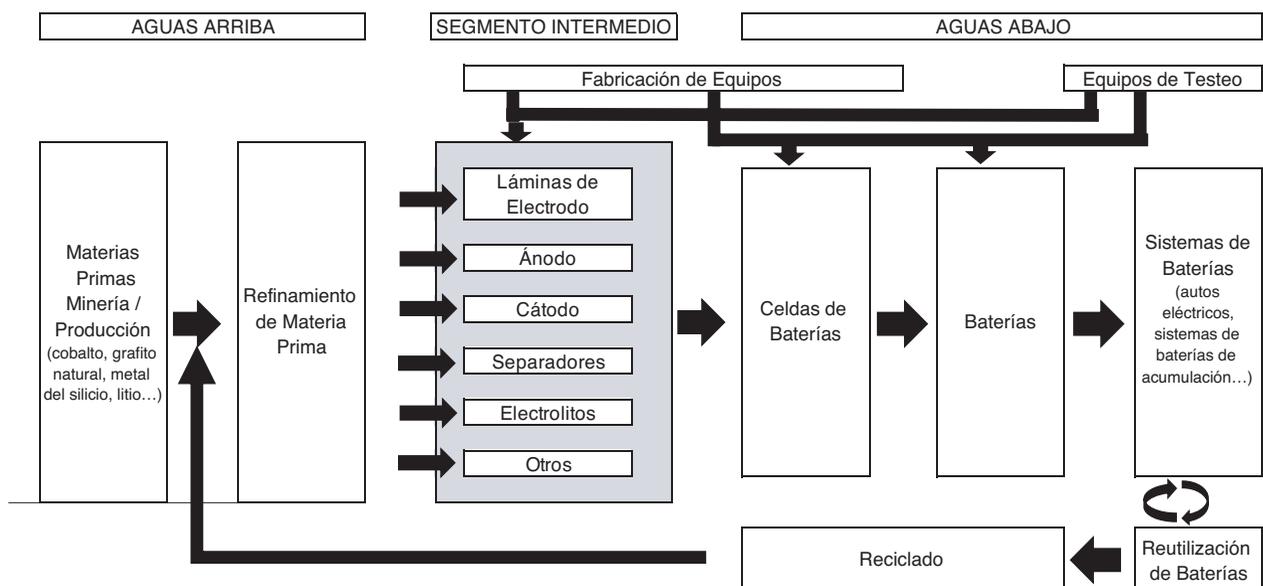
En un contexto de expansión sostenida de la electromovilidad, la aspiración de desarrollar capacidades en esta área podría resultar una elección natural. Sin embargo, como se discutirá, el hecho de contar con abundantes recursos

de litio está lejos de ofrecer una plataforma suficiente para el desarrollo de ventajas competitivas dinámicas en la producción de baterías. La cadena de valor de baterías de ion de litio incluye actividades de muy distinta naturaleza, que requieren recursos y complejas capacidades de diferente tipo. Actualmente, la distribución reconoce un patrón de especialización bipolar, según el cual, por un lado, se encuentran los países productores de recursos y compuestos de litio, y por el otro, los países productores de electrodos, celdas y paquetes de baterías y automóviles. El único país que ha logrado una integración vertical de la cadena ha sido China, que tiene presencia en todos los eslabones productivos.

La cadena de valor de baterías de ion de litio, cuya representación simplificada se encuentra en la **Ilustración 1**, podría dividirse en tres segmentos principales. El primer segmento corresponde a las actividades comúnmente denominadas “aguas arriba”, que incluyen la extracción y concentración del litio, y la refinación y el procesamiento para la producción de compuestos (por ejemplo, carbonato de litio o hidróxido de litio). Los países del triángulo del litio tienen sus principales depósitos en salmueras que se encuentran en salares altoandinos. En conjunto, explican el 56% de los recursos identificados a nivel mundial y aproximadamente el 80% de aquellos concentrados en salares. Este tipo de depósito, por lo general, permite la producción de compuestos de litio a menor costo que, por ejemplo, los de roca mineral localizados en Australia (Jones *et al.*, 2021).

En los depósitos basados en salares, el litio se encuentra disuelto en unas pocas partes por millón en la salmuera. Para la concentración del recurso, se utiliza un método comúnmente denominado método “evaporítico”. La salmuera es bombeada hacia grandes pozas, donde el litio

Ilustración 1. Segmentos de la cadena de valor de las baterías de ion de litio



se va concentrando por acción de la evaporación solar, el viento y la aplicación de reactivos. Una vez que se han alcanzado niveles de concentración de alrededor de 6000 partes por millón, el concentrado es procesado en una planta de recuperación. El ciclo completo toma entre 12 y 24 meses, dependiendo de las condiciones climáticas (por ejemplo, la presencia de lluvias tiene un impacto negativo, ya que diluye la salmuera). Durante el proceso se remueven las impurezas a través de un proceso químico hasta la obtención de carbonato de litio (Flexer y otros, 2018).

La participación de la región en la producción mundial es sustancialmente menor a la que tiene en términos de recursos. Chile fue durante algunos años el mayor productor del mundo, pero en los últimos años se vio relegado por la expansión australiana. Argentina, por su parte, a pesar de contar con más de 40 proyectos en exploración, solo tiene dos operaciones en producción: inauguró la última en 2015 y espera un nuevo proyecto debería ponerse en marcha en 2023. Bolivia cuenta con el mayor volumen de recursos identificados del mundo, presentes en salar de Uyuni; sin embargo, aún no ha logrado producir compuestos de litio a escala industrial.

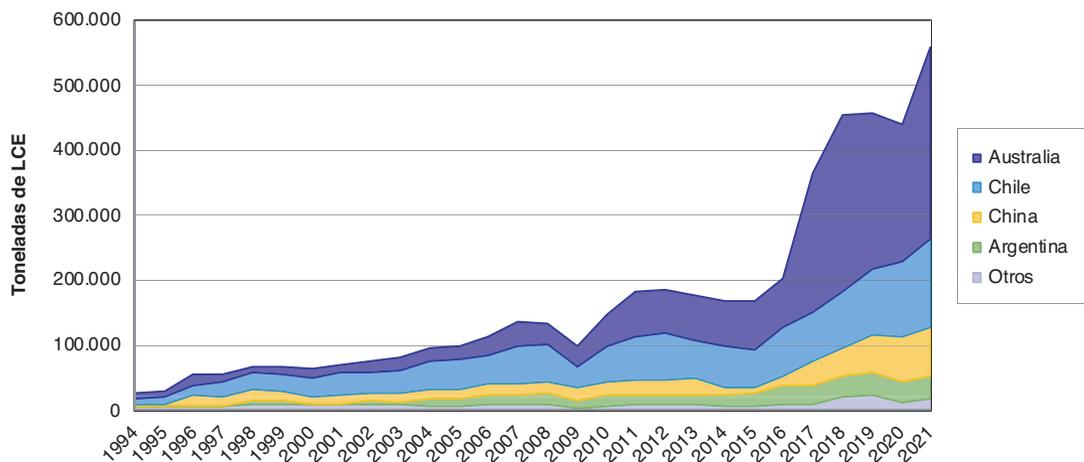
La declinación relativa de la región frente al resto del mundo se explica por una combinación de factores, cuyo desarrollo excede el espacio de este artículo. En primer lugar, se debe señalar que, con las técnicas disponibles, los proyectos en salares demandan tiempos de desarrollo que son más extensos que los de mineral de roca. Como se verá en la segunda sección, con la excepción de la Argentina, los regímenes jurídicos del triángulo del litio no autorizan o ponen fuertes condicionamientos a la inversión privada.

El segmento intermedio de la cadena de valor corresponde a la producción de los componentes de la batería. El cátodo es aquel que utiliza litio y explica la mayor parte del costo de la celda (Hofer, 2020). Si bien existen distintas tecnologías de cátodos de baterías, que combinan distintos minerales (níquel, manganeso, hierro, cobalto, entre otros), el litio es el único que está presente en todas ellas. La producción de cátodos se concentra especialmente en Asia: China explica entre el 30-42% de la producción, Japón entre el 30-33%, y Corea del Sur entre el 7-15%. Europa es otro centro importante de producción con aproximadamente el 30% de la producción (Bridge y Faigen, 2022).

Finalmente, el segmento aguas abajo corresponde a la producción de celdas de batería y el armado de los módulos y paquetes que son utilizados en distintos bienes finales. Como se ha mencionado, la principal fuente de demanda corresponde actualmente a los vehículos eléctricos. La producción de celdas de baterías se encuentra aún más concentrada que la de cátodos en términos geográficos. En 2021, China explicó el 79% de la capacidad mundial, mientras que el resto de Asia aportó el 8,5%. Muy relegadas quedan Europa y América del Norte, que dan cuenta del 6,8% y 5,5%, respectivamente.¹

Es importante también tener en cuenta la distribución geográfica de las capacidades de innovación, ya que dan cuenta de los desafíos que enfrentan los países que aspiren a formar parte de este club restringido. Moreno-Brieva y Marin (2019) han calculado que, entre 1900 y 2014, el 90,5% de las aplicaciones de patentes relacionadas con baterías de litio estuvieron explicadas por Corea del Sur, Japón, los Estados Unidos, China y Alemania. En lo que respecta específicamente a las baterías secundarias de

Gráfico 1. Evolución de la producción de litio (1998-2021; LCE*)



Fuente: USGS* Carbonato de litio equivalente

1. Fuente: Benchmark Mineral Intelligence.

ion de litio, que son aquellas que pueden recargarse, la participación de estos países aumenta a 95,7%.

La actividad de reciclado es aún marginal en la cadena de valor. Las técnicas para lograr niveles de recuperación eficiente se encuentran aún en fase de desarrollo y, por lo tanto, el volumen de negocios en este segmento es todavía muy pequeño (Harper y otros, 2019; Baum y otros, 2022). Algunas proyecciones sugieren que la recuperación a partir del reciclaje sería una fuente importante de insumos a partir de la segunda mitad de la década de 2030 (Jiménez y Sáez, 2022).

2. RÉGIMENES JURÍDICOS EN EL TRIÁNGULO DEL LITIO

Antes de avanzar con el análisis de las políticas para el desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas vinculadas al litio, es necesario caracterizar brevemente los regímenes jurídicos que regulan la explotación y el uso del litio en cada uno de los países de la región. Esta dimensión normativa es muy relevante ya que permite comprender el “espacio de política” con el que cuentan los gobiernos. Como se verá en la sección siguiente, en el caso de Bolivia, y en menor medida en el de Chile, se observa que el marco regulatorio (o contractual en el caso de Chile) ha sido diseñado en función de los objetivos estratégicos que los gobiernos se plantearon en un determinado momento con relación al litio.

El **Cuadro 1** sintetiza las principales características de los regímenes normativos en Argentina, Bolivia y Chile, con relación a algunas dimensiones importantes. La primera dimensión se refiere al carácter genérico o específico del régimen jurídico que regula la actividad litífera. En Bolivia y Chile, el litio ha sido declarado recurso estratégico no concesible a privados. En el primer caso, la decisión se tomó en la década del 2000, por su potencial contribución al desarrollo económico; y en el segundo, en 1979, por haber sido declarado material de interés nuclear en la década precedente. En consecuencia, en ambos casos, el litio está regulado por una normativa específica que reserva su explotación para el estado o, en su defecto, establece en qué condiciones los actores privados podrían participar de la industria.²

En la Argentina, por el contrario, el litio queda encuadrado dentro del marco jurídico general, cuyos pilares son la Constitución Nacional, el Código Minero y la Ley de Inversiones Mineras. Este régimen se caracteriza por su naturaleza federal y abierta al capital privado. A diferencia de sus vecinos, en la Argentina son las provincias las que tienen el dominio originario de los recursos y las competencias para su gestión. El régimen permite a las autoridades provinciales competentes otorgar concesiones legales a personas jurídicas o físicas para su explotación. En otras palabras, se admite la privatización de las operaciones de minería de litio y no existen mecanismos para controlar las estrategias empresariales de producción y comercialización de los productos elaborados.

Cuadro 1. Principales características de los marcos normativos en el triángulo del litio

Dimensión	Argentina	Chile	Bolivia
Normativa específica para el litio o general para la minería	General para la minería (con legislación específica a nivel provincial)	Litio recurso estratégico Normativa específica	Litio recurso estratégico Normativa específica
Régimen de gobernanza de litio (centralizado o federal)	Federal	Centralizado	Centralizado
Cobertura de la normativa	Actividades vinculadas a la explotación del recurso	Actividades vinculadas a la explotación del recurso con reserva de cuota para la industrialización	Actividades vinculadas a la explotación e industrialización del recurso
Modalidades de explotación al recurso	Concesión a empresas privadas Jujuy: participación accionaria de empresa del Estado provincial	Contratos entre CORFO y privados	Empresa pública

Fuente: elaboración propia

2. Las propiedades constituidas (o en trámite de constitución) con anterioridad a la entrada en vigor de la normativa de 1979 quedaron exceptuadas de la norma. Dentro de esta excepción se encontraban las propiedades de CORFO en el salar de Atacama, junto a otras de las empresas públicas CODELCO y ENAMI en otros salares. Es justamente sobre las propiedades de CORFO que se desarrolla actualmente la minería de litio en Chile.

Es interesante notar que, aunque en Chile los proyectos de litio también están operados por empresas privadas, la modalidad contractual que está vigente en este último país, entre CORFO y las empresas privadas, le ha brindado al Estado cierto margen para cambiar las condiciones de explotación de acuerdo con su visión estratégica. Esto se ha visto claramente en la renegociación que tuvo lugar entre 2016 y 2018 con Albemarle y SQM. Como se verá en la próxima sección, los nuevos contratos introdujeron cláusulas con objetivos productivos y científico-tecnológicos.

En el caso argentino, el sistema de concesiones limita la capacidad del Estado de introducir cambios en las condiciones de explotación, sobre todo aquellos que afecten la estabilidad fiscal de la operación. En la práctica, estos cambios muchas veces se verifican, pero son negociados con las empresas y nunca implican un cambio de paradigma significativo, como en el caso chileno. Claramente, esto no significa que el estado quede despojado de la posibilidad de utilizar instrumentos de política productiva o científico-tecnológica. Sin embargo, el menú de herramientas a disposición es menor respecto a sus países vecinos.

Otra dimensión del marco normativo se refiere a su grado de cobertura. En la legislación boliviana, el Estado se ha reservado el control de toda la cadena de valor (desde el salar a la batería). En el caso de las actividades de procesamiento de los compuestos de litio está habilitado el acceso a empresas privadas nacionales y extranjeras, aunque en condiciones de socio minoritario de la empresa pública estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB).

En Chile, la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CChEN) tiene facultades para controlar la extracción de litio, así como también la administración de los compuestos que se

producen en base a este elemento, debido a que el litio se mantiene como material de interés nuclear. Ello comprende la producción, el comercio y el acopio de lo producido. En la práctica, esto no ha sido utilizado como una política productiva, sino más bien de control (con niveles de vigilancia distintos, según los períodos).

A partir de los nuevos contratos, como se verá en la siguiente sección, CORFO ha reservado una cuota de la producción local para su posible industrialización local. El actual gobierno planea también la creación de una empresa pública que se involucre en la industria del litio, en principio creando asociaciones con empresas privadas que aporten capital y conocimiento. En la visión del gobierno, ello le permitiría aumentar su control sobre el recurso y fomentar el desarrollo de una cadena de valor local.

En el caso de la Argentina, la legislación cubre solo aspectos vinculados con la actividad minera. Las empresas tienen libre disponibilidad sobre los productos de litio producidos. La única excepción a esta regla corresponde a la empresa pública jujeña JEMSE, que tiene una participación accionaria del 8,5% en los proyectos desarrollados en la provincia y un derecho de prioridad de venta del 5% de la producción a empresas que industrialicen el recurso en la provincia.

3. POLÍTICAS PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS

A continuación, se describirán brevemente los principales instrumentos utilizados por cada uno de los países del triángulo del litio para desarrollar capacidades productivas y tecnológicas vinculadas al recurso. Se observarán, en particular, qué tipo de actividades se promueven y cuáles son los instrumentos utilizados para hacerlo. Como se

Cuadro 2. Fases de la estrategia de industrialización

Fase	Descripción	Inversión estatal (en millones de dólares)	Financiamiento	Año de producción estimado	Tecnología
I	Investigación y plantas piloto. Proceso de investigación y desarrollo del proceso tecnológico para la explotación del salar. Construcción de una planta piloto de carbonato de litio y semiindustrial de cloruro de potasio	19	100% Estado boliviano	2012	Boliviana
II	Producción nacional Construcción de plantas industriales para la producción de carbonato de litio (30.000 t/año) y cloruro de potasio (700.000 t/año).	485 ^a		2016	
III	Producción de materiales de cátodo y baterías de ion-litio.	400		2014	Socios para transferencia de tecnología

Fuente: elaboración propia en base a GNRE (2011)

^aDe acuerdo a GNRE (2010), la distribución de la inversión sería: US\$ 255 millones para la planta de cloruro de potasio, US\$ 174 para la planta de carbonato de litio y US\$ 56 millones para obras de infraestructura

verá, Bolivia y Chile han desplegado acciones que implican un mayor involucramiento del Estado, ya sea desde el punto de vista productivo, como en el direccionamiento de los recursos. Estas acciones se articulan, además, con un sentido estratégico definido políticamente. En el caso de la Argentina, las iniciativas responden principalmente a la agenda de ciertos actores, proveniente principalmente del sistema de ciencia y técnica, que se encuentran poco articuladas entre sí y con el resto de los actores que forman parte de la industria.

3.1. Bolivia: un desarrollo autónomo de la cadena de valor de baterías

En 2010, el gobierno boliviano definió las fases programáticas de una estrategia que tiene como propósito el desarrollo de toda la cadena de valor de las baterías de ion de litio. La misma está financiada por el Banco Central de Bolivia. La estrategia incluye objetivos productivos, que comprenden, aguas arriba, la manufactura de carbonato de litio y cloruro de potasio, y aguas abajo, la producción de material catódico y baterías. Asimismo, se crea una infraestructura para desarrollar actividades de investigación y desarrollo que apoyen estos procesos.

El gobierno no logró cumplir los objetivos originales, por distintos motivos que incluyen factores de orden político, administrativo y técnico cuyo análisis excede las posibilidades de este artículo. Se avanzó, sin embargo, con iniciativas que permitieron aumentar la infraestructura necesaria para llevar adelante actividades productivas, científicas y tecnológicas. Por ejemplo, se construyeron plantas piloto para el desarrollo de procesos de producción. También se concluyó la planta de cloruro de potasio, aunque con una capacidad menor de 350.000 toneladas por año. En 2014 se inauguró la planta piloto de baterías de ion litio, que tiene funciones de capacitación, experimentación y producción de las baterías de litio.³

En 2017 se creó la empresa pública estratégica YLB, que asumió la gestión de la estrategia y abrió una nueva fase más abierta a la cooperación internacional. En 2018 se seleccionó a la empresa alemana ACI Systems y se creó una empresa conjunta, que produciría hidróxido de litio a partir de la salmuera residual resultante del proceso de producción de carbonato de litio de YLB. Se acordó también la futura creación de constitución de la segunda empresa que produciría baterías de litio. Sin embargo, en noviembre de 2019, por motivos de orden político generados por el descontento de organizaciones potosinas, el proyecto se canceló.

Poco después, tuvo lugar un golpe de Estado que puso el proyecto en pausa. Desde entonces, se han registrado pocos avances. El gobierno se orientó al desarrollo de métodos de extracción directa que permitirían separar el litio de los iones de otros elementos que se encuentran en las salmueras, como el magnesio y el sodio, evitando

—o acortando— el proceso de evaporación. En 2021, YLB lanzó una convocatoria internacional para que empresas interesadas pudieran realizar pruebas piloto en los salares del país. Hasta el momento, se preseleccionaron seis, que serán consideradas por YLB para poder establecer negociaciones.⁴

3.2. Chile: renta, encadenamientos productivos y fortalecimiento del sistema científico-tecnológico

Desde la década del 90, Chile ha producido compuestos de litio a partir de los contratos que CORFO tenía con dos empresas privadas. Hasta la creación de la Comisión Nacional del Litio (CNL), el Estado había desempeñado principalmente funciones regulatorias, de monitoreo y fiscalización de la industria. La CNL realizó varias recomendaciones que redefinieron algunos objetivos estratégicos y sirvieron de base para la renegociación de los contratos vigentes. Entre ellas:

- maximizar y captar la renta económica con mirada de largo plazo, destinando parte de ella al desarrollo de encadenamientos productivos y científicos; y
- generar políticas para incentivar la investigación, innovación y desarrollo tecnológico aplicable a las etapas de exploración, explotación y elaboración de productos de litio y a sus múltiples usos, incluyendo una estrategia de propiedad industrial, y la creación junto a CORFO y CONICYT de programas de investigación, desarrollo e innovación con criterios de largo plazo para el desarrollo de capacidades nacionales en este campo (Comisión Nacional del Litio, 2015).

En la práctica, la instrumentación de esta estrategia ha estado a cargo de Corfo, en su carácter de organismo de fomento de la producción y la innovación y, a la vez, como titular de las tenencias en el salar de Atacama donde se desarrollan operaciones productivas. Por ello, el principal canal para contribuir al objetivo de construir encadenamientos ha sido la renegociación de los contratos con Albemarle y SQM, concluida en 2016 y 2018, respectivamente.

Los nuevos contratos incluyen dos mecanismos específicos para tal fin. En primer lugar, se estableció que las empresas deben reservar una cuota del 25% de su producción de compuestos de litio para su venta a precio preferencial a empresas que elaboren en territorio chileno “productos con valor agregado, entre otros cátodos de litio o componentes de éstos, componentes de baterías de litio y/o sales de litio”. CORFO ha organizado hasta el momento dos licitaciones internacionales para asignar dichas cuotas. En el primer caso, se seleccionaron tres proyectos que tenían como propósito la producción de material catódico por parte de empresas originarias de China, República de Corea y Chile. Sin embargo, las empresas decidieron

3. Para un análisis más detallado de este proceso, véase Obaya (2019).

4. Las empresas preseleccionadas son Lilac Solutions (Estados Unidos), CATL Brunp & CMOC (China), CITIC Guoanricig (China), Fusion Enertech (China), Xinjiang Tbea Group (China) y Uranium One Group (Rusia). Fuente: <https://www.ylb.gob.bo/resources/img/notaedi2022.pdf>.

renunciar a su cuota. Entre los motivos del fracaso fueron señalados la imposibilidad de Albemarle de suplir el volumen de hidróxido de litio comprometido; el rechazo de la CChEN al pedido de aumento de cuota de extracción de litio por parte de la empresa; y los desacuerdos respecto a la determinación del precio preferencial.⁵

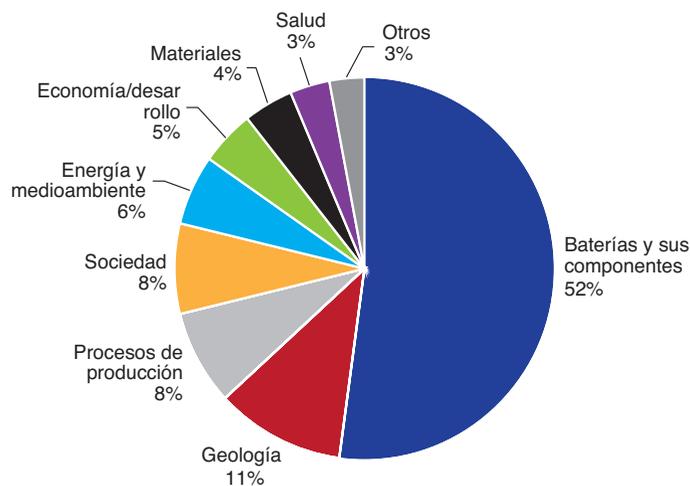
En enero de 2020, se abrió la licitación de la cuota correspondiente al contrato de SQM. Fue seleccionada la empresa chilena Nanotec con un proyecto en fase de desarrollo, destinado a la fabricación de nanopartículas de litio y aditivos de nanopartículas de litio, utilizados como insumo para la fabricación de baterías de litio. En agosto de 2022, se lanzó una tercera licitación que tendrá un volumen disponible mensual de 1875 toneladas de carbonato de litio y 350 toneladas de hidróxido de litio.⁶

En segundo lugar, se establecieron aportes que las empresas deben realizar anualmente para la financiación de centros de investigación y desarrollo. En el caso de Albemarle la cifra asciende progresivamente de US\$ 6 a 12,4 millones anuales, mientras que en el de SQM va de US\$ 10,7 a 18,9 millones. Los centros serían creados a través de licitaciones internacionales organizadas por CORFO, sin participación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.⁷

El primer proyecto de centro fue asignado a un consorcio de 11 instituciones, la Corporación Centro Tecnológico de Economía Circular para la Macrozona Norte, liderado por el Centro de Innovación para la Economía Circular de Iquique. El proyecto cuenta con un financiamiento de US\$ 21,5 millones por un período de 10 años, y cuenta con aportes adicionales del sector privado, universidades y centros de estudio. Los proyectos incluyen temas vinculados con la energía solar, las sales de litio, las baterías de litio y el almacenamiento de energía y la minería metálica. Las tareas del instituto se orientan a facilitar la innovación y el escalamiento comercial de empresas y emprendimientos orientados a la economía circular.

El segundo proyecto licitado corresponde al Centro para la Electromovilidad, liderado por la Universidad de Chile, que recibirá financiamiento de hasta US\$ 7 millones por parte de CORFO y cuenta con el apoyo de los ministerios de energía y de transportes y telecomunicaciones. El proyecto se denomina Centro de Aceleración Sostenible de Electromovilidad y tiene como principal objetivo la creación y el escalamiento de proveedores tecnológicos y usuarios de servicios vinculados a la electromovilidad. También tiene como objetivos aumentar los sistemas de distribución de carga eléctrica; la autogeneración de energía eléctrica más sustentable; el desarrollo de capacidades técnicas

Gráfico 2. Temas de investigación de investigadores y becarios de CONICET especializados en litio



Fuente: Freytes *et al.* (2022)

5. Más información en: <https://www.mch.cl/2019/07/18/como-chile-desperdicio-un-plan-para-fomentar-una-industria-de-valor-agregado-en-litio/#>.

6. Licitación disponible en: https://www.corfo.cl/sites/cpp/landing_litio.

7. El tercer proyecto corresponde al Instituto de Tecnologías Limpias, financiado con el contrato con SQM. La licitación fue asignada por CORFO en 2021. Sin embargo, a la fecha, el proceso de adjudicación se encuentra judicializado y a la espera de la resolución. En julio de 2022, la Corte Suprema de Justicia anuló su adjudicación al consorcio Associated

Universities, integrado por universidades extranjeras, y dispuso que Corfo adopte una decisión sobre el otorgamiento de la licitación. Un grupo de rectores de universidades locales, que habían conformado un consorcio que competía contra la propuesta seleccionada, como la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica, la Universidad de Concepción, la Universidad Católica del Norte y la Universidad de Antofagasta, habían denunciado ante la justicia irregularidades en el proceso de otorgamiento. Véase: <https://www.df.cl/df-lab/innovacion-y-startups/corte-suprema-anula-adjudicacion-de-instituto-de-tecnologias-limpias-de>.

y profesionales y contribuir al incremento de la demanda nacional de desarrollos tecnológicos que utilizan cobre y litio.⁸

3.3. Argentina: los desafíos de la coordinación federal

En el caso argentino, se deben diferenciar los instrumentos utilizados por los gobiernos provinciales de aquellos utilizados por el gobierno nacional.⁹ En el caso de las provincias, el principal instrumento ha sido el de los regímenes de “compre provincial”, formalizados en las provincias de Salta y Catamarca, y que operan de manera más informal en la provincia de Jujuy. Mediante este instrumento se establecen niveles mínimos de participación provincial, que se ubican entre 70% y 80%, para la compra bienes y servicios y la contratación de personal en la minería de litio. Se trata de un instrumento de carácter regulatorio, cuyo principalmente mecanismo de *enforcement* es la aprobación de los informes de impacto ambiental que cada concesionario debe presentar cada dos años. De acuerdo con Freytes et al. (2022), las empresas tienen dificultades para alcanzar los umbrales mínimos establecidos. En el caso de las actividades más complejas, los proveedores tienden a localizarse en provincias con mayor entramado industrial como Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires, Mendoza o Tucumán.

En el caso del gobierno nacional se identifican tres instrumentos principales, que han sido analizados por Freytes et al. (2022): financiamiento de investigadores y becarios doctorales y posdoctorales del CONICET, financiamiento a través de la Agencia I+D+i, y más recientemente la creación de una planta de pequeña escala para la producción de celdas de baterías de ion de litio liderada por Y-TEC.

En el caso del CONICET, los autores realizan un análisis de los temas de investigación vinculados al litio de los investigadores y becarios y encuentran que el 61% de las personas publican sobre temas que se relacionan a los usos del recurso (**Gráfico 2**). Se destaca especialmente la cuestión de las baterías y sus componentes que explica el 52% del total. La contracara de este fenómeno es que mucho menos importantes son en la agenda de investigación son los temas vinculados con las actividades “aguas arriba”, en las que el país está especializado: geología (11%), procesos de producción (8%) y los aspectos sociales relacionados con las actividades extractivas (8%).

Con relación al financiamiento otorgado por la Agencia I+D+i a proyectos de investigación, desarrollo e innovación vinculados al litio, se ha identificado un volumen de recursos que, entre 2012 y 2021, ascendió a US\$ 5,7 millones, distribuido entre 48 proyectos. Estos proyectos se distribuyen entre tres fondos. También en este caso, los

temas vinculados a las baterías y sus componentes tiene preponderancia, ya que explican el 49% de los recursos asignados. Cabe aquí hacer un contraste con los proyectos financiados con aportes del sector privado, creados recientemente en Chile, que solo en un año cuentan con financiamiento más elevado que lo que registra todo el sistema argentino en el curso de diez años.

El fondo que distribuyó más recursos fue el FONTAR (US\$ 2,4 millones), que se orienta a mejorar la competitividad de las empresas mediante proyectos de investigación, de desarrollo o modernización tecnológica. Se repite en este caso un patrón de financiamiento similar al visto anteriormente, ya que los proyectos seleccionados se vinculan principalmente con la producción de baterías (58%), la producción de materiales que utilicen litio como insumo (30%) y finalmente a la producción de compuestos de litio (12%).

El segundo instrumento corresponde a los PICT. Se trata de proyectos pequeños con fines mayormente académicos, cuyos beneficiarios pertenecen principalmente al sistema de ciencia y técnica. En este caso, el aporte total fue de US\$ 2 millones, que corresponde a un promedio de US\$ 58.600 para un total de 35 proyectos.

Finalmente, en el caso del tercer fondo, correspondiente al FONARSEC, dirigido a consorcios asociativos público-privado, se identificó un único proyecto de más de un millón de dólares. Se trata del proyecto “Litio Argentino: desde su génesis geológica y extracción hasta baterías de última generación dentro de una estrategia sustentable”, que dio lugar a la creación de un instituto de investigación de triple dependencia, con participación del CONICET, la provincia de Jujuy y la Universidad Nacional de Jujuy.

Este centro, denominado CIDMEJU (Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales. Avanzados y Almacenamiento. de Energía de Jujuy), fue creado en 2017. Actualmente tiene 18 miembros cuyo trabajo se organiza en torno a dos áreas temáticas: desarrollo de nuevas tecnologías eficientes y sustentables para la extracción y el procesamiento del recurso litio; y el desarrollo de aplicaciones que den lugar al agregado de valor del recurso minero primario. También se trabaja en temas específicos, como la búsqueda de tecnologías para recuperar litio y otros metales a partir del reciclado de baterías agotadas y paneles fotovoltaicos.

El CONICET, a través de la empresa tecnológica Y-TEC (en la que tiene participación YPF) y el Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) -un centro del CONICET y la Universidad de La Plata-, lanzó en 2021 el proyecto Proyecto UniLIB. El mismo se propone construir una planta para la fabricación de celdas y baterías de litio para desagregar el paquete tecnológico respecto del diseño y la fabricación de celdas y baterías de ion de litio, y formar recursos humanos calificados en la temática. La capacidad de producción de la planta sería pequeña, de alrededor de 13 MWh por año, y el principal cliente sería, en un principio, el Ministerio de Defensa.

8. Más información en: https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/17_12_2020_corfo_adjudica_primer_centro_electromovilidad.

9. Para un análisis más detallado de los proyectos para desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en la Argentina, véase Obaya et al. (2021).

REFLEXIONES FINALES

Se ha ensayado en este artículo una breve caracterización de los principales instrumentos utilizados por cada uno de los países del triángulo del litio para desarrollar capacidad productivas y tecnológicas vinculadas al recurso. Es evidente que al interior de la región prevalece una gran heterogeneidad. En un extremo, Bolivia ha adoptado una política fuertemente controlada por el Estado central, que se apoya en un régimen jurídico específicamente diseñado con el propósito de brindar al estado de las herramientas para abordar toda la cadena de valor de baterías.

En el otro extremo se ubica la Argentina, que cuenta con un régimen jurídico liberal y federal. Este sistema impone altos costos de coordinación y una estructura fuertemente asimétrica: las provincias son las “dueñas” del litio y tienen competencias para su gestión, pero es el Estado nacional el que cuenta con los instrumentos y los recursos para hacer política productiva y científico-tecnológica. Las dificultades de articulación entre niveles de gobierno, así como al interior de cada uno de ellos, se profundizan ante la falta de una visión estratégica consensuada, lo que se vuelve especialmente evidente en el terreno de las políticas aquí estudiadas. Prevalen en este terreno desajustes de todo tipo: competencia entre las provincias por la generación de empleo; una gran desarticulación entre las políticas nacionales y las necesidades provinciales; un descalce entre los intereses del sector científico tecnológico y las oportunidades estratégicas y necesidades vinculadas a la industria del litio.

Chile ha adoptado un enfoque híbrido, que combina la existencia de un sector privado al que históricamente se le ha delegado la operación en los salares, con un Estado que, en los últimos años, ha resuelto asumir mayor protagonismo para potenciar el desarrollo de capacidades locales asociadas a la industria litífera. Con este fin se crearon nuevos elementos destinados a mejorar la captación de la renta económica del recurso y su uso para el financiamiento de proyectos científico-tecnológicos. Sin embargo, a diferencia del caso argentino, donde prevalece un sistema atomizado, que favorece el financiamiento de un amplio número de proyecto de pequeña escala y sin un objetivo estratégico claro, Chile ha optado por la creación de unos pocos consorcios asociativos, con misiones específicas, y con un financiamiento que es elevado en términos de la región.

No es posible hacer una evaluación de la calidad y efectividad de los instrumentos desplegados en cada país. Se trata de procesos de largo plazo, que requieren tiempos extensos para dar frutos. Me limito sencillamente a plantear algunas ideas básicas sobre ciertos aspectos que deberían tenerse en cuenta al momento de diseñar una estrategia.

- *El salar (y su entorno) es nuestro recurso.* Argentina y Chile han delegado en el sector privado la tarea de desarrollar procesos productivos y capacidades vinculadas a la explotación de recursos presentes en el salar y la conservación de su entorno. La distribución de los recursos para proyectos científico-tecnológicos,

orientado fundamentalmente a las baterías, es un reflejo de ello. Esta posición llama la atención, ya que la generación de innovaciones en este terreno es clave para aumentar la renta económica del recurso (de la cual el Estado participa) y, quizás más importante, para asegurarse que el aprovechamiento de los salares se realice en condiciones sostenibles.

Desde el punto de vista de política económica, la generación de capacidades en torno a lo que, en términos amplios, se podría denominar como “actividad minera” es justamente lo contrario a una estrategia “extractivista”, cuyo principal objetivo es la exportación de materias primas sin esfuerzos de creación de valor a nivel local. La creación y difusión de conocimiento en torno a los recursos naturales ha sido una de claves para el buen desempeño de aquellos países que han logrado generar procesos de desarrollo virtuoso a partir de la explotación estos recursos, como son los casos de Australia, Canadá, Noruega o aun los Estados Unidos (Ramos, 1998; Blomström y Kokko, 2007; Smith, 2007; Wright, 2015; Andersen *et al.*, 2018).

Es importante también destacar que los salares no solo concentran el recurso estratégico, que es el litio, sino también aglutinan un conjunto de actividades que afectan sensiblemente el entorno socioambiental que los rodea (Bustos-Gallardo y otros, 2021; Jerez Henríquez *et al.*, 2021). Sería entonces deseable que los gobiernos pudieran definir criterios para priorizar las necesidades y objetivos estratégicos vinculados al salar y su entorno. Por ejemplo: procesos de producción menos intensivos en agua, métodos de control y monitoreo de las cuencas endorreicas y de la biodiversidad de las zonas aledañas, desarrollo de modalidades de participación ciudadana.

- *“Una cosa lleva a la otra”.* En su artículo sobre eslabonamientos productivos vinculados a recursos naturales, Hirschman (1981) utilizaba esta expresión para referirse al hecho de que la creación de estos eslabonamientos –hacia adelante, hacia atrás u horizontales– respondía a un proceso incremental, motivado por la creación de capacidades y oportunidades generadas a partir de la estructura productiva que lleva adelante la explotación del recurso. En general, las capacidades y actividades directamente vinculadas a la explotación del recurso han sido menos atendidas con relación a la batería. Por ejemplo, se encuentra, entre estas actividades, el desarrollo de procesos que permitan producir hidróxido de litio con métodos más eficientes que los utilizados actualmente por los países que tienen depósitos en salares, o la producción de litio metálico.

- *El desarrollo de baterías debe considerarse desde una perspectiva integral.* Todos los países de la región han implementado acciones con el objetivo de avanzar en actividades aguas abajo en la cadena de valor. El supuesto (a veces solo implícito) detrás de ello es que el litio no debería ser exportado sin procesar y que, si los países tienen reservas de litio, ello debe constituir una ventaja para avanzar en la producción de baterías.

Más allá de la evaluación de estas posiciones normativas, las acciones programáticas adoptadas no parecen basarse en un análisis integral de las redes globales de producción en las que se inserta el recurso. La estructura y el funcionamiento de estas plantean elevadas barreras para ingresar y avanzar en la dirección deseada (Obaya y Céspedes, 2021; Bridge y Faigen, 2022).

Por lo tanto, no debe pensarse la industria de baterías como una actividad escindida de sus fuentes de demanda. Como muestran las experiencias de China y, más recientemente, de Europa y América del Norte, las industrias automotriz y de baterías operan como un tándem que exige la co-localización geográfica para ser competitiva (Coffin y Horowitz, 2018; Bridge y Faigen, 2022). Por lo tanto, resulta necesario pensar el desarrollo tecnológico e industrial en conjunto con la creación de mercados. Por su parte, en lo respecta a las actividades aguas arriba, no debe olvidarse que el litio es solo uno de los materiales críticos para la producción de baterías y, por lo tanto, el desarrollo de una industria local supondrá pasar a formar parte de una disputa geopolítica de la que participan las principales potencias del mundo (Kalantzakos, 2020; Riofrancos, 2022).

Finalmente, como se ha mencionado, el desarrollo de baterías supone involucrarse en una carrera tecnológica que no solo está dominada por unos pocos países, sino que requiere un volumen de recursos financieros que está lejos del alcance de la región. Solo como referencia: en 2021, la Comisión Europea autorizó la iniciativa proyecto "Innovación europea de baterías", en la que 12 países de la región ofrecen apoyo estatal por un total de € 2.900 millones para el desarrollo de innovaciones en la cadena de valor.¹⁰

BIBLIOGRAFÍA

Andersen, A. D., Marín, A. y Simensen, E. O. (2018). Innovation in natural resource-based industries: a pathway to development? Introduction to special issue. *Innovation and Development*, 8(1), 1-27.

Azevedo, M., Campagnol, N., Hagenbruch, T., Hoffman, K., Lala, A. y Ramsbottom, O. (2018). *Lithium and Cobalt. A tale of two commodities*. Nueva York: McKinsey & Co.

Baran, E. (2017). *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas*. Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Barandiarán, J. (2019). Lithium and development imaginaries in Chile, Argentina and Bolivia. *World Development*, 113, 381-391.

Baum, Z. J., Bird, R. E., Yu, X. y Ma, J. (2022). Lithium-Ion Battery Recycling? Overview of Techniques and Trends. *ACS Energy Letters*, 7(2), 712-719.

Blomström, M. y Kokko, A. (2007). From natural resources to high-tech production: the evolution of industrial competitiveness in Sweden and Finland. *Natural resources: neither curse nor destiny*(213-256).

Bridge, G. y Faigen, E. (2022). Towards the lithium-ion battery production network: Thinking beyond mineral supply chains. *Energy Research & Social Science*, 89, 102659.

Bustos-Gallardo, B., Bridge, G. y Prieto, M. (2021). Harvesting Lithium: water, brine and the industrial dynamics of production in the Salar de Atacama. *Geoforum*, 119, 177-189.

Coffin, D. y Horowitz, J. (2018). The Supply Chain for Electric Vehicle Batteries. *Journal of International Commerce and Economics*, 1-21.

Comisión Nacional del Litio (2015). *Litio: una fuente de energía, una oportunidad para Chile*. Informe final. Santiago de Chile: Ministerio de Minería.

Christmann, P., Gloaguen, E., Labbé, J.-F., Melleton, J. y Piantone, P. (2015). Global lithium resources and sustainability issues. En A. Chagnes y J. Swiatowska (Eds.), *Lithium Process Chemistry. Resources, Extraction, Batteries, and Recycling* (1-40). Amsterdam, Oxford y Waltham: Elsevier.

Flexer, V., Baspineiro, C. F. y Galli, C. I. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Science of The Total Environment*, 639, 1188-1204.

Freytes, C., Obaya, M. y Delbuono, V. (2022). El desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio: los desafíos del federalismo. Buenos Aires: Fundar.

GNRE (2010). *Memoria Institucional 2010*. G. N. d. R. Evaporíticos. La Paz: COMIBOL.

Harper, G., Sommerville, R. Kendrick, E., Driscoll, L., Slater, P. Stolkin, R., Walton, A., Christensen, P. Heidrich, O., Lambert, S., Abbott, A., Ryder, K., Gaines, L. y Anderson, P. (2019). Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *Nature*, 575(7781), 75-86.

Hirschman, A. O. (1981). *A generalized linkage approach to development, with special reference to staples*. Essays in Trespassing. Cambridge: Cambridge University Press.

Hofer, J. (2020). *The future of Energy Storage: Cobalt and Lithium Markets Strategic View*. Londres: Benchmark Mineral Intelligence Contact.

IEA (2021). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. París: International Energy Association.

Jerez Henríquez, B., Uribe Sierra, S. y Morales Balcázar, R. (2021). *Salares Andinos. Ecología de Saberes por la Protección de Nuestros Salares y Humedales*. San Pedro de Atacama: Fundación Tanti.

Jiménez, D. y Sáez, M. (2022). Agregación de valor en la producción de compuestos de litio en la región del triángulo del litio. Santiago: CEPAL.

Jones, B., Acuña, F. y Rodríguez, V. (2021). Cambios en la demanda de minerales. Análisis de los mercados del cobre y el litio, y sus implicaciones para los países de la región andina. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Kalantzakos, S. (2020). The Race for Critical Minerals in an Era of Geopolitical Realignments. *The International Spectator*, 55(3), 1-16.

Moreno-Brieva, F. y Marín, R. (2019). Technology generation and international collaboration in the Global Value Chain of Lithium Batteries. *Resources Conservation and Recycling*, 146, 232-243.

Obaya, M. (2019). Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia. Documento de proyecto - 2019/49. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Obaya, M. y M. Céspedes (2021). Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio. Implicaciones para los países del triángulo del litio. Santiago, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/58) CEPAL.

Ramos, J. (1998). Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos en torno a los recursos naturales. *Revista de la CEPAL*.

Riofrancos, T. (2022). The Security–Sustainability Nexus: Lithium Onshoring in the Global North. *Global Environmental Politics*, 1-22.

Smith, K. (2007). Innovation and growth in resource-based economies. *Competing from Australia*. CEDA. Melbourne: Committee for Economic Development of Australia.

USGS (2022). Mineral commodity summaries 2021. U.S. Geological Survey.

Wright, G. (2015). The USA as a case study in resource-based development. *Natural resources and economic growth. Learning from history*, 119-139.

2.6. HIDRÓGENO RENOVABLE: EL GRAN DESAFÍO DE AMÉRICA LATINA PARA ACELERAR LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

SIMÓN FERNÁNDEZ P.*, CLAUDIA ORTIZ B.** , JUAN PABLO ZUÑIGA***

“En la naturaleza está la preservación del mundo”
Henry David Thoreau

INTRODUCCIÓN

Desde los tiempos de la revolución industrial, el consumo energético en base a moléculas que forman parte de reacciones químicas para generar electricidad ha jugado un rol trascendental en la actividad económica y el desarrollo de la humanidad. Lamentablemente, la mayor parte de la producción de estas moléculas ha sido históricamente a través de combustibles fósiles, generando emisiones contaminantes que se han acumulado durante años en nuestra atmósfera y que han elevado las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) aproximadamente en un 30% hacia temperaturas en torno a los 1,1°C desde tiempos preindustriales. Esto es por la existencia de una correlación directa entre el aumento de CO₂ en la atmósfera y el calentamiento global (**Figura 1**). Hoy en día se añaden anualmente cerca de 52.000 millones de toneladas de CO₂eq a la atmósfera, siendo el sector energía el mayor contribuyente con un 73,2% del total de estas emisiones.¹

Por otra parte, para cumplir con el objetivo principal del Acuerdo de París firmado en diciembre de 2015 en la COP 21 y no superar el aumento la temperatura de la tierra por sobre los 1,5 grados centígrados,² se deben delimitar las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) a 430 partes

por millón (ppm) en la atmósfera. Actualmente, no tenemos cifras alentadoras; se estima que la concentración de CO₂ al día de hoy sobrepasa valores de 414 (ppm) y el aumento de la temperatura está llegando a valores por sobre los 1,1°C comparados con los tiempos preindustriales. Esto nos recuerda que estamos contra el tiempo y debemos actuar con rapidez para lograr la neutralidad de carbono al 2050.³

Un ambicioso desafío. Para lograr el objetivo propuesto en la COP 21 de cero emisiones al año 2050, y por ende ser consistentes con mantener la elevación de la temperatura bajo los 1,5 grados centígrados, se debe reducir al 2030 a alrededor de 30 GtCO₂eq las emisiones anuales. La **Figura 2** muestra una posible trayectoria que debe seguir la reducción de emisiones para cumplir con los objetivos del acuerdo de París. En este gráfico podemos observar que entre los periodos 2020 y 2030 (puntos 1 y 3), la curva de disminución de emisiones es más agresiva que la observada para los periodos 2030-2050 (3-4). La razón de esto se da por la correlación directa que tiene la curva de disminución de emisiones con los tres pilares de la transición energética. Es más rápido implementar la eficiencia energética que llevar energía renovable de manera directa (electrificación) o de manera indirecta (concepto *power-to-X*) a diferentes sectores de la economía, principalmente para los sectores conocidos como *hard-to-abate* (acero, cemento, transporte de carga pesada, entre otros).

*Consultor Inicio Chile - Redacción Principal

** Consultora Inicio Chile – Redacción Principal

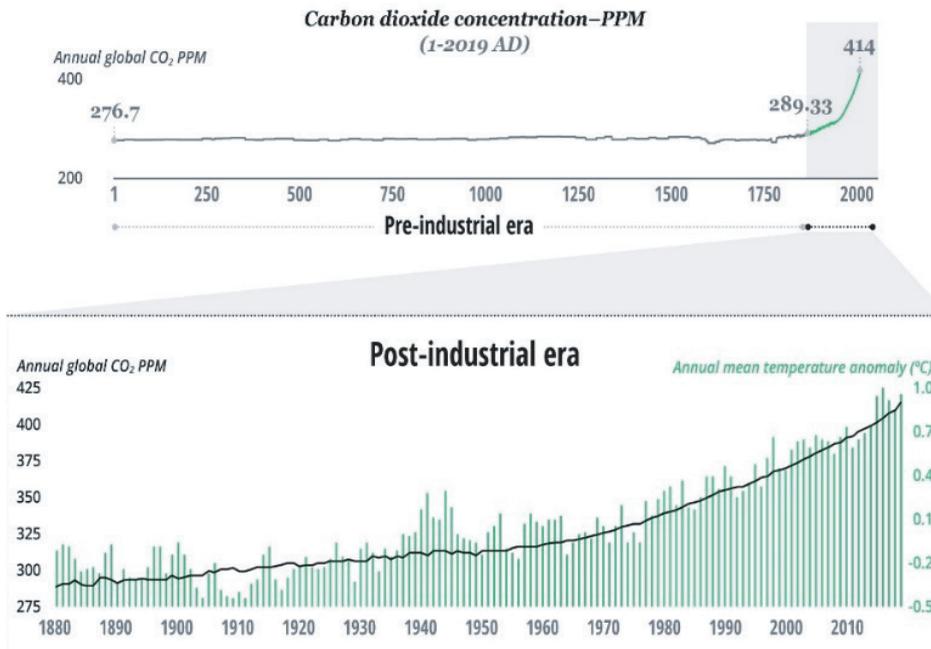
***Manager Inicio Chile – Revisor y Validador

1. Adoptado del reporte *Global Warming of 1.5°C* del World Resource Institute y el IPCC.

2. Más información en: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>.

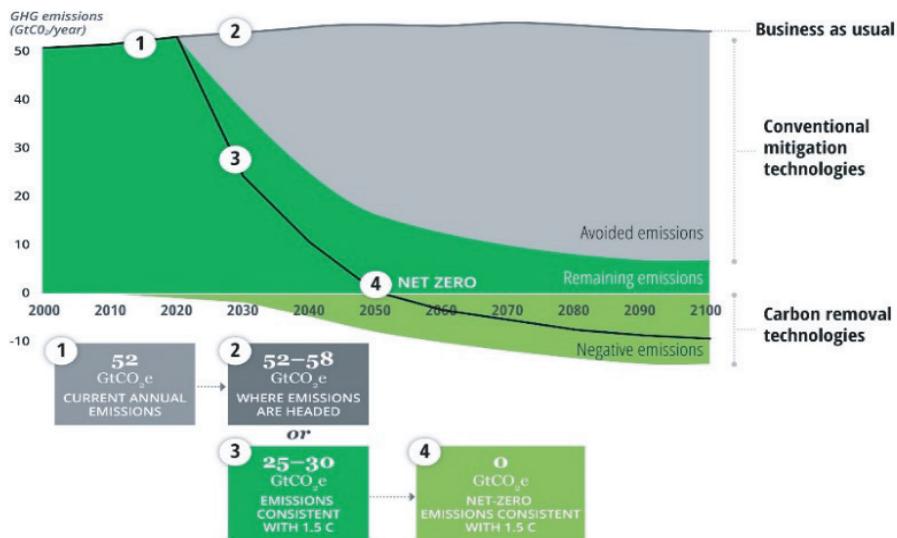
3. Más información en: <https://www.worldwildlife.org/stories/our-planet-is-warming-here-s-what-s-at-stake-if-we-don-t-act-now>.

Figura 1. Concentraciones de CO2 en la atmósfera



Fuente: Global Warning of 1.5°C Report (WRI e IPCC)

Figura 2. Reducción de emisiones requeridas para alcanzar los 1.5°C



Fuente: Global Warning of 1.5°C Report (WRI e IPCC)

76

Para hacer esto posible, el ecosistema industrial debe cambiar la manera en que se vienen haciendo las cosas, principalmente en torno al consumo energético. En primera instancia, se debe disminuir la dependencia de moléculas para el suministro de energía, adoptando el concepto de electrificación con el fin de llevar energía renovable a diferentes sectores de la economía.

aún existe mucha dependencia de energía primaria en moléculas. Pues bien, ¿cómo logramos electrificar y llevar aquella energía renovable a sectores dominados por moléculas? Una de las soluciones que ha cobrado mayor protagonismo en los últimos años es el hidrógeno renovable. Revisemos por qué.

Durante los últimos años, se ha visto un aumento en la electrificación de diversas industrias; sin embargo,

La transición energética podríamos sustentarla en tres pilares. Un primer pilar hace alusión a la capacidad de producir lo mismo con una menor utilización de recursos

energéticos, independiente del sector industrial. Un segundo pilar está relacionado con el concepto del uso de energías renovables mediante el proceso de electrificación. Y un tercer pilar puede llevar energía renovable de manera indirecta a sectores donde la dependencia de energía en base a combustibles fósiles es difícil de abatir.

- Pilar 1: Eficiencia energética
- Pilar 2: Uso directo de energía renovable
- Pilar 3: Uso indirecto de energía renovable: Concepto power-to-X

Figura 3. Consumo de energía final en sectores de la economía

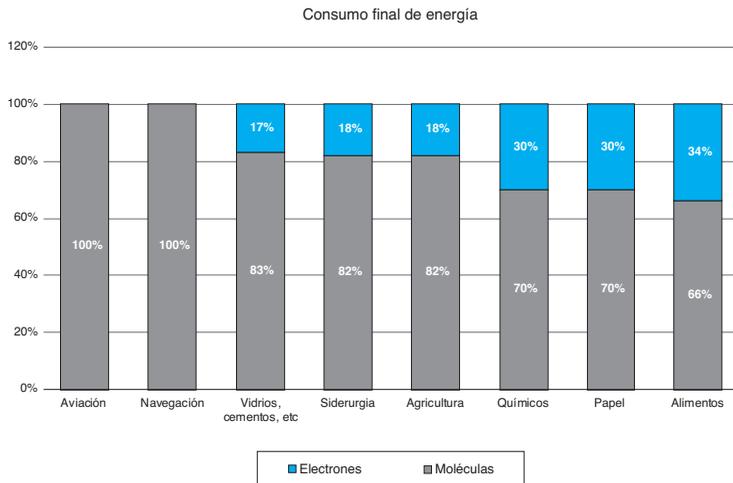
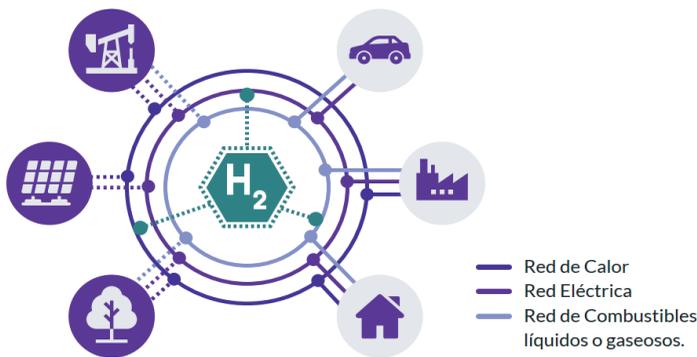
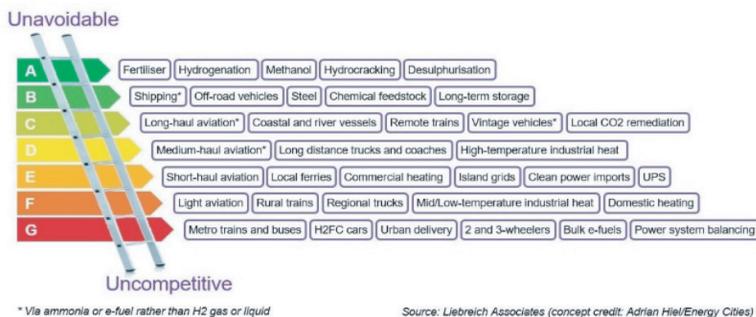


Figura 4. Concepto de sector coupling



Fuente: Manual de H2 Verde

Figura 5. Aplicaciones no viables de H2



Fuente: Liebreich Associates

El H2 y su impacto. La principal característica del H2 renovable en la transición energética es la de ser un vector energético que permite aprovechar en mayor medida las energías renovables, habilitando un aumento de su penetración en los sistemas energéticos. Esto representa una nueva oportunidad de descarbonización para diferentes sectores de la economía, dada la diversidad de usos que esta molécula presenta. Por esta razón, durante los últimos años, un nuevo concepto ha tomado fuerza: el sector *coupling*. En simple, este concepto hace alusión a la integración de la infraestructura de gas y electricidad para apoyar la descarbonización de distintos sistemas energéticos.

Si bien técnicamente el uso de hidrógeno renovable es posible en diversas aplicaciones, se debe tener en cuenta que no siempre representa la mejor alternativa de descarbonización. De esta forma, algunas aplicaciones que han sido destacadas por varios autores como promisorias son:

1. Aquellas que actualmente usan hidrógeno proveniente de fuentes no renovables, y en las cuales es "inevitable" su reemplazo por una opción renovable para reducir las emisiones emitidas en estos procesos (industria de los fertilizantes).
2. Sectores difíciles de abatir o descarbonizar, donde la electrificación directa no es técnicamente posible y necesita un desarrollo de nuevas tecnologías.
3. Reemplazo de los combustibles fósiles en el transporte pesado (camiones de carga, transporte marítimo, entre otros).

América Latina y su privilegiada geografía.

A pesar de que este año nos hemos recuperado poco a poco de la pandemia COVID-19, hemos sido testigos de uno de los hechos más lamentables y brutales del último siglo, la guerra ruso-ucraniana.

Ahora, desde un punto de vista energético, se estima que la invasión de Rusia a Ucrania acelerará la independencia energética de Europa con el consecuente desarrollo acelerado hacia la neutralidad de carbono. Los últimos meses del presente año han estado marcados por alzas en el precio del gas natural y del petróleo, lo que se traduce en un escenario geopolítico muy distinto al existente

previo a esta guerra. A raíz de este conflicto, la Comisión Europea ha anunciado públicamente su intención de terminar con la dependencia del suministro de gas natural por parte de Rusia antes del 2030. Para que esto sea posible, Europa debe tomar ciertas medidas que faciliten la transición hacia el consumo de nuevos energéticos, convirtiéndose la producción e importación de hidrógeno renovable una prioridad. En esta misma línea, la presidenta de la Comisión Europea, Ursula von der Leyen, comunicó en su último discurso ante la Unión Europea la creación de un Banco Europeo del Hidrógeno, con el objetivo de pasar desde un mercado de nicho a uno masivo en las próximas décadas. Estados Unidos, por su parte, ha dejado atrás la retirada al Acuerdo de París y se ha comprometido en fomentar activamente la industria del hidrógeno. Una muestra clara de aquello es lo anunciado en febrero del presente año, cuando el presidente Joe Biden anunció un plan de inversión de 9.500 millones de dólares para el impulso de este nuevo sector.

Ahora, ¿qué significa la aparición de este energético para América Latina y el Caribe? Gracias a la privilegiada geografía de la región, existe abundancia en energías renovables que representan la mayor oportunidad para recibir proyectos y así posicionar a algunos países en la producción y exportación de H₂ a mercados de Asia, Europa y América del Norte. Así también lo demuestra IRENA en su último informe,⁴ donde proyecta que la región tiene la capacidad de producir alrededor del 12% del hidrógeno renovable que será requerido para el año 2050, a un precio de 1.5/kg USD.

1. Una solución multipropósito y pieza clave para la transición energética

El hidrógeno como gas no es corrosivo, ni tóxico, ni irritante. Sin embargo, es inflamable y asfixiante, y su llama es indetectable al ojo humano, encontrándose a 2000°C de temperatura. A pesar de haber cobrado gran popularidad en la última década, el H₂ ya era conocido por los años 1700, siendo descubierto por Henry Cavendish, quien indagó sus propiedades como combustible. En aquella época, el uso de este gas no pudo extenderse debido a la falta de tecnología y condiciones para operar de manera segura. Hoy en día hemos sido testigos de la popularidad que este gas ha cobrado en el último tiempo, catalogándolo como un ingrediente vital para la transición energética.

H₂ como vector energético. El hidrógeno se puede obtener a partir de combustibles fósiles, denominándose hidrógeno azul o gris, o a través de recursos renovables (hidrógeno renovable). El pilar fundamental del H₂ renovable es la electroquímica, y se obtiene mediante un proceso denominado electrólisis, que consiste en separar la molécula del agua (H₂O) en hidrógeno y oxígeno, mediante el uso de electricidad. Esta molécula (H₂) tiene la particular característica de tener una alta densidad energética por

unidad de masa, tres veces mayor a la de la gasolina y 120 mayor que las baterías de litio, aproximadamente. El gran efecto que tiene el H₂ en la transición energética puede resumirse en las siguientes dos ideas:

- 1) El H₂ puede ser utilizado como *energy carrier*, con la capacidad de resolver el problema de la producción intermitente de energía renovable. Esta molécula puede inyectarse a redes de gas natural, o bien convertirse en electricidad mediante una celda de combustible. Así, el exceso de energía producida vía recursos renovables en horarios *peak* puede almacenarse en forma de hidrógeno.
- 2) El H₂ permite la descarbonización de sectores que son difíciles de electrificar, como es la industria de procesos y el sector transporte, la industria del acero y del cemento, también la de transporte de cargas y largas distancias, cuyas emisiones de CO₂ ascienden aproximadamente a un 20% del total.

Así, algunos de sus posibles usos son: movilidad de carga y de pasajeros, almacenamiento de energía y reelectrificación, calor de alta entalpía, mezcla en gasoductos existentes de gas, reducción de óxidos para la industria del acero o de cobre, entre otros (*Manual de H₂ Verde H2VBioBio*). Hoy la mayoría de las aplicaciones de los proyectos ya anunciados considera la producción de derivados del H₂, como es el caso del amoníaco (NH₃), cuyo uso frecuente en la industria de procesos depende en gran parte de la producción de H₂ (**Figura 4**).

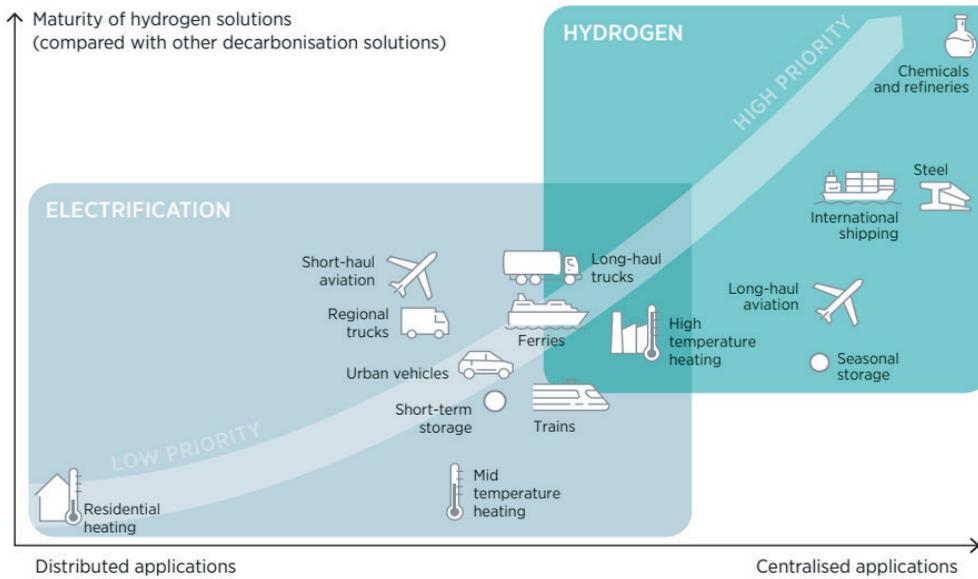
Principales aplicaciones en América Latina. A pesar de que la región genera solo el 10% de los GEI globales (CEPAL, 2018), sigue existiendo una fuerte dependencia a nivel global del sector hidrocarburos (65% de la matriz energética actual). El gran potencial que tiene el H₂ en la región de América Latina y el Caribe para disminuir esta dependencia se da, en primer lugar, porque la región consta de zonas que, debido a su distancia, geografía y altos costos de distribución eléctrica, representan un mayor desafío para electrificar. También porque históricamente la región se ha caracterizado por su activa participación en sectores donde el H₂ se asoma como una solución disruptiva. Ejemplos de estos sectores son: la refinera, el amoníaco, el metanol, el hierro y el acero.

Como consecuencia de estas aplicaciones con gran potencial, la región ya cuenta con cuatro estrategias de hidrógeno publicadas y seis en vías de desarrollo, lo que demuestra el fuerte compromiso de los países por la inclusión del hidrógeno renovable dentro de sus políticas públicas y macroeconómicas. Esto ha sido demostrado en los últimos resultados obtenidos en el H₂LAC Index de 2022. Algunas de las conclusiones más interesantes de este índice son:

1. La mayoría de los países de América Latina muestran avances en la adopción del H₂ como vector energético. Algunos ya cuentan con incentivos económicos, avances en materias de regulación y políticas de largo plazo, así también acuerdos internacionales con países de otros continentes.

4. IRENA, World Energy Transition Outlook, 2022.

Figura 6. Prioridad de aplicaciones de H2 en sistemas energéticos



Fuente: IRENA (2022)

2. Brasil, Colombia y Chile lideran el índice, debido principalmente al desarrollo de nuevas políticas energéticas, acuerdos internacionales y proyectos en distintas etapas de desarrollo.
3. Más del 50% de los proyectos anunciados en la región pertenecen a Chile y Brasil.
4. Países de América del Centro han comenzado su camino en torno a la adopción del H2 como vector de descarbonización con la creación de un ecosistema y políticas públicas. No obstante, el avance en el desarrollo de proyectos está en una etapa inicial.

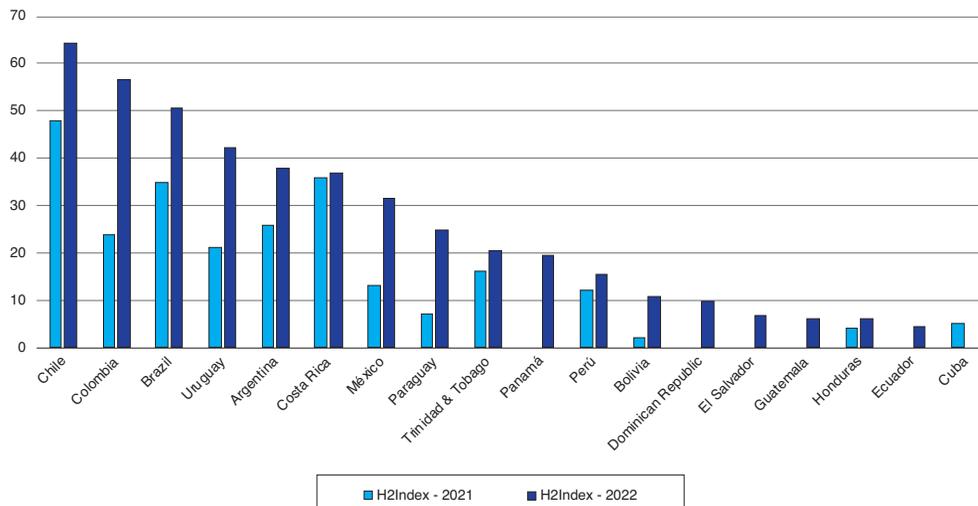
2. El surgimiento de un nuevo commodity de exportación y vector de descarbonización

Como hemos mencionado anteriormente, América Latina es una de las regiones del mundo con mayor cuota de energías renovables. Actualmente, la región ha alcanzado un 40% de generación de energía vía hidroeléctrica, mientras que la energía solar y eólica han experimentado un rápido crecimiento, multiplicándose por más de un 50% entre el periodo 2008 y 2019. La **Figura 8** destaca la ventaja competitiva de la región, donde se incluyen zonas

79

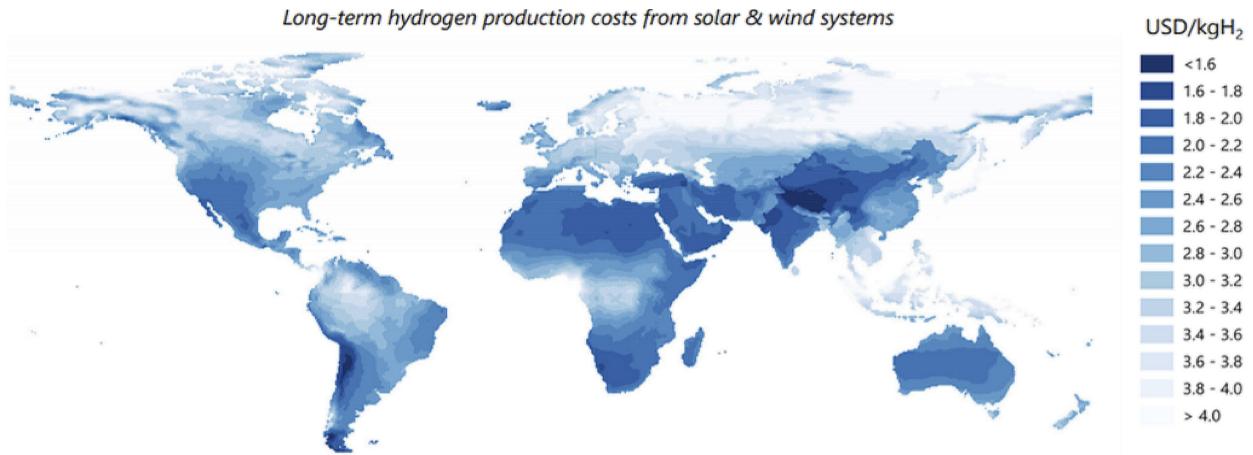
Figura 7. Resultados comparativos del H2LAC Index (2021 y 2022)

El H2LAC Index muestra un crecimiento en todos los mercados



Fuente: H2LAC Index 2022

Figura 8. Costos nivelados de producción de H2 renovable via recursos solar y eólico



Fuente: IEA

que tienen la capacidad de producir hidrógeno renovable alcanzando los menores costos nivelados a nivel global, como por ejemplo Chile y Bolivia, que gozan con una excelente radiación solar.

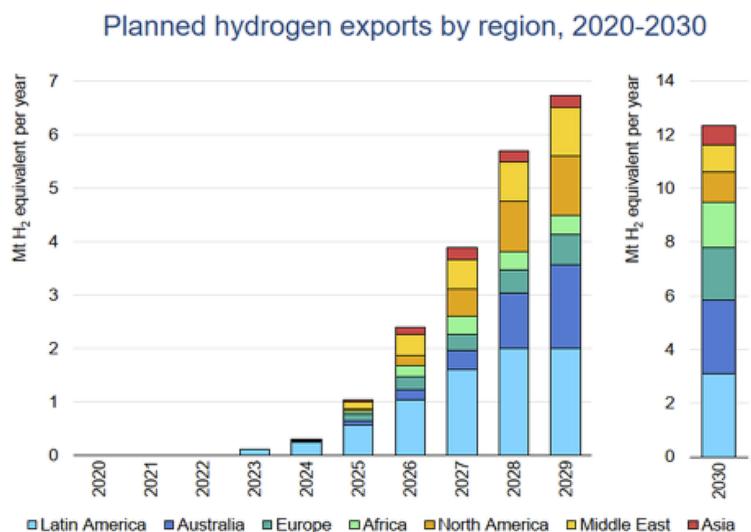
Por otra parte, alrededor de 84 proyectos de hidrógeno ya han sido anunciados públicamente en la región. Chile, Colombia y Brasil lideran esta carrera. Estos países cuentan con la capacidad de producir más hidrógeno del que van consumir de manera doméstica. Por esta razón, se les proyecta con gran potencial de exportación de H2 renovable o sus derivados hacia mercados asiáticos y europeos.

80

Desafíos macroeconómicos de la región en torno al H2. Dentro de la próxima década, se espera que el H2 juegue un papel revitalizador en diferentes economías latinoamericanas. En Chile, por ejemplo, esta molécula puede optimizar la producción y exportación con objetivos sostenibles del sector minero, industria que actualmente contribuye un 15% del PIB nacional y representa un 60% del total de exportaciones chilenas.⁵ Colombia goza de un fuerte historial en la industria del gas y petróleo, tiene la oportunidad de reutilizar y aprovechar infraestructura existente en estos sectores, adoptando el uso de este nuevo energético. En este país, se espera que Ecopetrol juegue un rol clave para el impulso de este mercado. Panamá, puede reacondicionar los puertos existentes en ambos lados del

canal de Panamá, tanto para exportar a regiones cercanas en el Caribe como para desarrollar y convertirse en líder en la industria del *bunkering* desde una perspectiva sostenible. Brasil tiene la oportunidad de descarbonizar su sector agrícola mediante la utilización de H2 renovable en la producción de amoníaco verde; también se espera que, a un mediano plazo, industrias como la metalurgia y siderurgia adopten el uso de este nuevo energético.⁶ México y Argentina tienen características similares con la oportunidad de descarbonizar sus industrias difíciles de abatir (transporte pesado, acero, metalurgia, siderurgia, entre otros) mediante la inclusión de este nuevo energético y el desarrollo de valles de H2, zonas geográficas donde diferentes aplicaciones pueden combinarse e integrar un ecosistema integrado de hidrógeno en territorios que así lo permitan.

Figura 9. Proyección de proyectos de H2 de exportación

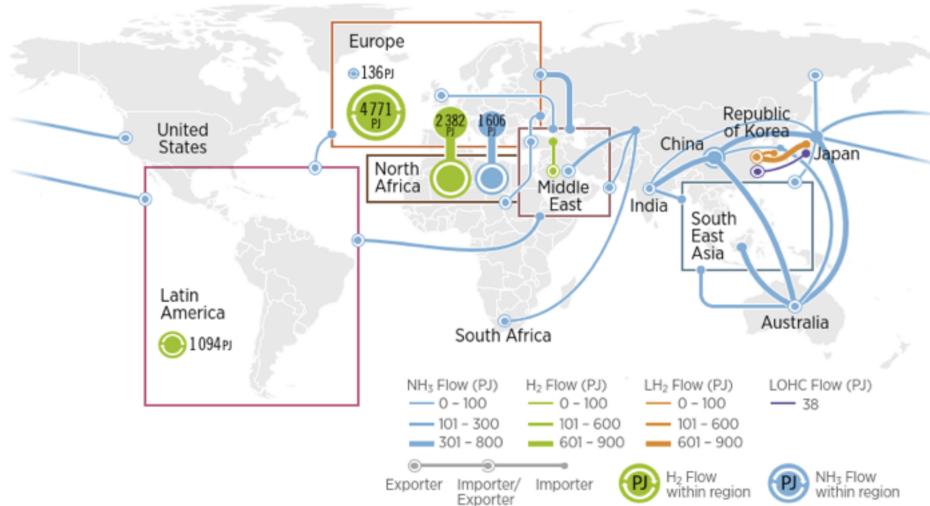


Fuente: IEA Global Hydrogen Review 2022

5. Más información en: <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/Miner%C3%ADa-2020-Consejo-Minero.pdf>.

6. Más información en: <https://epbr.com.br/quem-serao-os-primeiros-consumidores-de-hidrogenio-verde-no-brasil/>.

Figura 10. Posibles rutas de exportación/importación de H2 renovable



Fuente: IRENA World Energy Transitions Outlook 2022

Posibles rutas de exportación. Debido a su ubicación estratégica y la posibilidad de producir un exceso de H₂ del que será consumido de manera local América Latina se posiciona a la región con un gran potencial de exportación H₂ y sus derivados hacia mercados de Europa y Asia. El aumento de acuerdos internacionales ha aumentado debido a este gran potencial y países como Chile ya cuentan con 7 MoUs en temas de H₂.

Principales retos y desafíos de la región en la implementación de esta nueva tecnología. Uno de los primeros retos que se presentan al hablar de hidrógeno renovable en términos económicos son sus altos costos de producción, principalmente debido a los costos de la electricidad renovable, sumado al valor de los electrolizadores y a las pérdidas de conversión del proceso, siendo los países con mayor capacidad renovable los que, se prevé, tendrán un menor costo de producción de hidrógeno renovable. Aun así, se espera que el desarrollo tecnológico futuro impulse la reducción mayor de estos, continuando con la tendencia de disminución de costos en la producción renovable y permitiendo un mejor aprovechamiento de estos excedentes energéticos. No obstante, estas proyecciones alentadoras presentan grandes desafíos y brechas que deben mitigarse para hacer esto realidad. Los desafíos más relevantes pueden entenderse como:

- *Establecimiento de una gobernanza para la creación de alianzas público-privadas en materias de financiamiento, tecnología e I+D.* Actualmente no es sencillo el desarrollo de un proyecto de H₂ debido a los altos costos de inversión (CAPEX) y la poca colaboración entre actores del sector público-privado para países de la región desacelera la consolidación de este mercado.
- *Desarrollo de un ecosistema sostenible desde un punto de vista social y ambiental en las zonas y comunidades donde los proyectos de H₂ tendrán lugar.* El impacto de

estos proyectos en el territorio local será gigante, y es de suma importancia una correcta preservación de la flora y fauna y de involucramiento de la comunidad a la hora del establecimiento de proyectos.

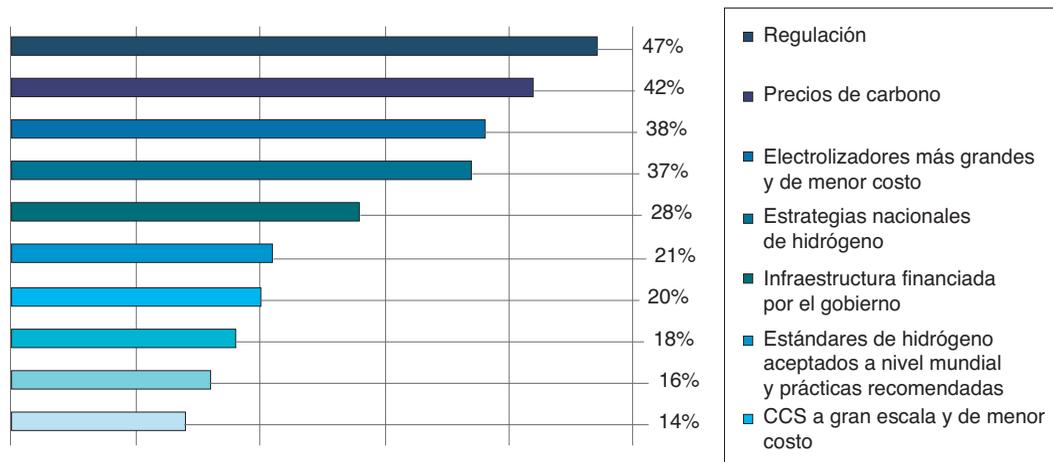
- *Potenciamiento del capital humano local y el desarrollo de centros de estudios a nivel local.* La falta de un personal calificado para hacer frente a los desafíos de la industria es un desafío trascendental para este mercado emergente, y sobre todo para la región, así también como la demostración de nuevas tecnologías en industrias disruptivas como la industria minera o la del acero, que evidencian la necesidad de establecer centros de pilotaje y una mayor inversión en I+D.
- *Desarrollo de infraestructura necesaria y cadena de valor habilitante para la puesta en marcha de proyectos.* No existe mercado de OEM establecido y aún no se alcanzan economías de escala en los eslabones de la cadena de valor del H₂. Esto se traduce en elevados costos de maquinaria necesaria para el desarrollo de proyectos de H₂ (electrolizadores, por ejemplo).
- *Claridad en torno a la regulación del H₂ a nivel nacional y regional, que engloba aspectos de certificación, obtención de permisos y estandarización de ellos.* Actualmente existe mucha confusión acerca de los requerimientos necesarios para la obtención de permisos de los diferentes entes estatales a la hora de aprobar el desarrollo de proyectos de H₂ renovable en América Latina, lo que provoca poca claridad e incertidumbres a inversionistas y desarrolladores de proyectos.

Este último punto cobra una relevancia particular e importante en el contexto actual del mercado del H₂, convirtiéndose en una gran barrera de entrada al mercado. En octubre de 2022, uno de los proyectos pioneros en Chile, "Faro del Sur", desarrollado por HIF y Enel Green Power, retiró su estudio de impacto ambiental ante el SEA (Sistema

de Evaluación de Impacto Ambiental), aludiendo que las exigencias y observaciones sobrepasan los estándares habituales y hacen inviable la construcción de este tipo de proyectos.⁷ Sin duda, esto demuestra que por un lado no existe claridad en torno a los estándares y las exigencias mínimas de estos proyectos (falta de línea base), y por otro, que aún no existe una colaboración pública-privada como es de esperar. Esto queda demostrado en la **Figura 11**, donde se muestra a aquellos facilitadores que cobran más relevancia de cara al 2030 para el establecimiento de una economía en torno al H2.

c) *Ayudar a mitigar los riesgos de inversión, tales como la complejidad de la cadena de valor.* Ahora, cuando se habla de promover políticas cuyo objetivo sea mitigar el riesgo de la inversión respecto a la cadena de suministro, tales como variaciones fronterizas de las normativas medioambientales y el riesgo de que se creen monopolios de equipos con precios elevados, se puede ver disminuidos estos riesgos organizando licitaciones competitivas para los contratos de suministro de hidrógeno; también se puede repartir el riesgo para los

Figura 11. Facilitadores de una economía del H2 hacia el 2030



Fuente: Rising to the challenge of a H2 Economy

Si nos enfocamos en los desafíos que enfrenta la región en términos regulatorios, a la hora de desarrollar el mercado emergente del hidrógeno renovable, de acuerdo con el informe *The Future of Hydrogen* de la Agencia Internacional de Energía (AIE), las prioridades que deben tomar los gobiernos para promover el hidrógeno como vector energético a corto plazo son:

a) *Establecer metas y políticas a largo plazo para fomentar la confianza de potenciales inversionistas.* Las políticas climáticas por ejemplo van a ser claves, porque generalmente incluyen objetivos de reducción de emisiones o compromisos para implementar ciertos tipos de recursos energéticos o precios a las emisiones de carbono.

b) *Estimular la demanda comercial del hidrógeno a través de múltiples aplicaciones/ usos.* Esto se puede implementar estableciendo objetivos de emisiones en sectores específicos en los cuales se puede utilizar el hidrógeno, similares a las normas que promueven el consumo de combustibles bajos en carbono, normas de contratación pública y créditos fiscales.

potenciales compradores de hidrógeno o estableciendo intermediarios que puedan firmar contratos plurianuales para el futuro suministro de hidrógeno. Finalmente, serán de importancia las políticas relacionadas con armonizar estándares y eliminar barreras.

d) *Promover la investigación y el desarrollo (I+D) y el intercambio de conocimientos.* Aquí se requiere que los proyectos de investigación se encuentren vinculados a políticas y estrategias energéticas generales, con el fin de que contribuyan a una ampliación sostenible.

e) *Armonizar estándares y eliminar barreras.* Esto tiene por objetivo armonizar y establecer claridad respecto a las normas que involucran la pureza del hidrógeno, las especificaciones de las tuberías para la industria, protocolos de seguridad al momento de usar hidrógeno como combustible o materias primas, así como en el sector transporte ocurre con las normas ISO, mientras que este tipo de políticas también facilitan entender y alinearse respecto a las garantías de origen.

7. Más información en: <https://www.df.cl/empresas/energia/hif-y-enel-green-power-retiran-estudio-de-impacto-ambiental-de-faro-del-sur>.

3. RECOMENDACIONES Y PASOS A SEGUIR

La emergente industria del hidrógeno renovable en América Latina ya es una realidad. Durante los últimos años, se ha visto un claro aceleramiento en la consolidación de este mercado. En efecto, ya se han publicado y anunciado diversas hojas de rutas y establecido acuerdos internacionales. La adopción de este vector energético en políticas macroeconómicas y públicas toma cada vez más peso en los países de la región. En línea con esto, cabe destacar que los gobiernos y organizaciones internacionales deben seguir con su rol protagónico en la lucha contra el cambio climático, para poder cumplir con los desafíos de la industria del H2 y convertir estas ambiciosas metas en una economía sostenible en el tiempo.

Es importante destacar que aún no existe una proactiva colaboración entre los distintos actores que componen el sector a nivel latinoamericano. Esto provoca asimetrías de información a la hora de desarrollar un proyecto, lo que entrega señales negativas para inversionistas y desarrolladores. Por ende, el diálogo y la colaboración público-privada son fundamentales a la hora de diseñar marcos regulatorios y estándares de calidad para que los proyectos sean viables en horizontes económicos que vislumbran al H2 como un *commodity* de exportación en un mediano plazo. Los efectos colaterales de la guerra ruso-ucraniana nos dan señales de la necesidad de independencia del mercado europeo en torno al suministro de energía; en otras palabras, es probable que el mercado del trading de H2 y sus derivados pueda comenzar a activarse incluso antes. Por otra parte, a la hora de desarrollar un proyecto y cumplir con los estándares necesarios para su aprobación, es fundamental lograr un adecuado involucramiento de la comunidad y preservar por el cuidado de medio ambiente. El impacto de estos factores trasciende más allá de lo económico, cobrando gran relevancia para un desarrollo sostenible en aquellas zonas que albergarán estos mega proyectos. En línea con esto, el foco de la industria debe continuar alineado a objetivos globales y promover una participación armonizada de los países de la región, para así lograr la esperada neutralidad de carbono al 2050. Actualmente, los llamados pioneros son quienes se están viendo afectados, ya que se encuentran desarrollando proyectos y carecen de un apoyo claro y colaborativo desde el sector público, teniendo que pagar los sobrecostos de la descoordinación. Necesitamos evitar situaciones como las del proyecto “Faro del Sur”, en Chile, y trabajar para formar y consolidar un ecosistema que vele por una solución íntegra. No solo el sector regulatorio juega una pieza fundamental en el despliegue del mercado; la industria financiera tiene una importante responsabilidad a la hora de financiar estos proyectos y cumplir con los plazos establecidos de la neutralidad de carbono. Así, las asesorías técnicas por parte de bancas de desarrollo y el acceso a créditos verdes serán cada vez más necesarios. De hecho, los países que tienen un mayor potencial para albergar proyectos de producción y exportación de H2 están en vías de desarrollo, por lo que se espera que el concepto de *blended finance* (movilización de capital en mercados emergentes con fondos públicos y privados) se haga más popular en los próximos años, no solo para el

desarrollo de proyectos, sino para apoyar y fomentar el I+D y contribuir a la formación de capital humano calificado.

No nos queda mucho tiempo por delante, y debemos velar por una colaboración regional para evitar el despliegue de esta industria solo en zonas aisladas. Los gobiernos están llamados a colaborar internamente y posicionar a América Latina como un continente pionero en la adopción de este nuevo energético en un corto plazo para satisfacer necesidades a nivel global.

3. INDICADORES COMPARATIVOS



3. INDICADORES COMPARATIVOS

PÁG. 88:	INDICADOR 1:	POBLACIÓN
PÁG. 89:	INDICADOR 2:	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)
PÁG. 90:	INDICADOR 3:	PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI)
PÁG. 91:	INDICADOR 4:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
PÁG. 93:	INDICADOR 5:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RELACIÓN AL PBI
PÁG. 95:	INDICADOR 6:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR HABITANTE
PÁG. 97:	INDICADOR 7:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR INVESTIGADOR
PÁG. 99:	INDICADOR 8:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR TIPO DE ACTIVIDAD
PÁG. 101:	INDICADOR 9:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO
PÁG. 104:	INDICADOR 10:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE EJECUCIÓN
PÁG. 106:	INDICADOR 11:	GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR DISCIPLINA CIENTÍFICA
PÁG. 108:	INDICADOR 12:	PERSONAL DE I+D (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 110:	INDICADOR 13:	INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 112:	INDICADOR 14:	INVESTIGADORES POR SEXO (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 114:	INDICADOR 15:	INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 116:	INDICADOR 16:	INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 118:	INDICADOR 17:	INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (PERSONAS FÍSICAS)
PÁG. 120:	INDICADOR 18:	PERSONAL DE I+D (EJC)
PÁG. 122:	INDICADOR 19:	INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (EJC)
PÁG. 123:	INDICADOR 20:	INVESTIGADORES POR SEXO (EJC)
PÁG. 124:	INDICADOR 21:	INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (EJC)
PÁG. 126:	INDICADOR 22:	INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (EJC)
PÁG. 128:	INDICADOR 23:	INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (EJC)
PÁG. 130:	INDICADOR 24:	GASTO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS
PÁG. 131:	INDICADOR 25:	GASTO EN ACT EN RELACIÓN AL PBI
PÁG. 132:	INDICADOR 26:	GASTO EN ACT POR HABITANTE
PÁG. 133:	INDICADOR 27:	GASTO EN ACT POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO
PÁG. 135:	INDICADOR 28:	GASTO EN ACT POR SECTOR DE EJECUCIÓN
PÁG. 137:	INDICADOR 29:	GASTO EN ACT POR TIPO DE ACT
PÁG. 138:	INDICADOR 30:	SOLICITUD DE PATENTES
PÁG. 140:	INDICADOR 31:	PATENTES OTORGADAS
PÁG. 142:	INDICADOR 32:	SOLICITUD DE PATENTES PCT
PÁG. 143:	INDICADOR 33:	PUBLICACIONES EN SCOPUS
PÁG. 144:	INDICADOR 34:	PUBLICACIONES EN SCOPUS POR HABITANTE
PÁG. 145:	INDICADOR 35:	PUBLICACIONES EN SCOPUS EN RELACIÓN AL PBI
PÁG. 146:	INDICADOR 36:	PUBLICACIONES EN SCOPUS EN RELACIÓN AL GASTO EN I+D
PÁG. 147:	INDICADOR 37:	PUBLICACIONES EN SCOPUS CADA 100 INVESTIGADORES

INDICADOR 1:

POBLACIÓN

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	millones de personas									
Argentina	40,57	41,73	42,20	42,67	43,13	43,59	44,04	44,49	44,94	45,38
Barbados	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Bolivia	10,19	10,35	10,51	10,67	10,83	10,99	11,05	11,25	11,35	11,40
Brasil	196,60	198,31	200,00	201,72	203,48	205,16	206,80	208,49	210,15	212,56
Canadá	34,34	34,71	35,08	35,44	35,70	36,11	36,54	37,06	37,59	38,01
Chile	17,27	17,45	17,64	17,84	18,04	18,28	18,52	18,77	19,04	19,44
Colombia	46,04	46,58	47,12	47,66	48,20	48,75	49,29	48,25	49,39	50,37
Costa Rica	4,60	4,67	4,73	4,75	4,83	4,89	4,95	5,00	5,04	5,09
Cuba	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,21	11,19	11,18
Ecuador	15,27	15,52	15,77	16,03	16,28	16,53	16,78	17,02	17,37	17,64
El Salvador	6,00	6,20	6,30	6,40	6,50	6,52	6,58	6,64	6,70	6,76
España	47,19	47,27	47,13	46,77	46,62	46,56	46,57	46,72	47,03	47,45
Estados Unidos	311,64	313,99	316,23	318,62	321,03	323,32	325,41	327,44	328,14	329,32
Guatemala	14,52	14,78	15,04	15,30	15,57	15,83	16,08	16,35	16,60	16,85
Guyana	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,78
Haiti	10,03	10,17	10,32	10,57	10,71	10,85	10,98	11,12	11,26	11,40
Honduras	8,20	8,30	8,54	8,43	8,58	8,72	8,87	9,01	9,15	9,30
Jamaica	2,70	2,71	2,71	2,72	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73
México	115,37	116,94	118,45	119,94	121,35	122,72	124,04	125,33	126,58	127,80
Nicaragua	5,81	5,88	5,94	6,01	6,08	6,15	6,22	6,38	6,42	6,46
Panamá	3,74	3,80	3,86	3,90	3,97	4,03	4,10	4,17	4,24	4,31
Paraguay	6,36	6,39	6,49	6,58	6,68	6,78	6,87	6,97	7,07	7,17
Perú	29,80	30,14	30,48	30,81	31,20	31,49	31,83	32,16	32,51	32,83
Portugal	10,55	10,49	10,43	10,37	10,34	10,31	10,29	10,28	10,30	10,30
Puerto Rico	3,68	3,63	3,59	3,53	3,47	3,41	3,33	3,20	3,20	3,28
Rep. Dominicana	10,15	10,28	10,40	10,41	10,53	10,65	10,77	10,87	10,95	11,01
Trinidad y Tobago	1,33	1,34	1,34	1,35	1,35	1,35	1,36	1,36	1,36	1,37
Uruguay	3,41	3,43	3,44	3,45	3,47	3,48	3,49	3,49	3,49	3,49
Venezuela	29,28	29,95	30,41	30,69	31,15	31,25	31,43	31,83	32,22	32,78
América Latina y el Caribe	593,16	600,80	607,54	613,68	620,38	626,39	632,37	637,17	644,02	651,67
Iberoamérica	635,79	643,29	649,68	655,14	661,50	667,27	673,10	677,89	684,92	692,85

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.
Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 2: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	millones de personas									
Argentina	16,88	17,05	17,20	17,39	17,45	17,72	17,96	18,45	18,68	17,59
Barbados	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14
Bolivia	4,76	4,67	4,80	5,05	4,86	5,23	5,13	5,23	5,33	5,18
Brasil	101,59	102,46	103,40	106,82	105,52	102,72	104,40	105,62	107,67	100,50
Canadá	18,62	18,81	19,04	19,12	19,28	19,44	19,50	19,72	20,06	20,05
Chile	8,06	8,15	8,28	8,44	8,56	8,68	8,91	9,15	9,33	8,50
Colombia	23,31	23,34	23,71	24,23	24,46	24,61	24,79	25,31	24,79	24,76
Costa Rica	2,10	2,18	2,22	2,27	2,24	2,28	2,26	2,17	0,00	0,00
Cuba	5,20	5,10	5,10	5,10	4,80	4,70	4,55	4,56	4,64	4,71
Ecuador	6,58	6,70	6,95	7,21	7,64	8,04	8,30	8,36	8,51	8,02
El Salvador	2,60	2,70	2,80	2,80	2,80	2,93	2,96	3,00	3,10	0,00
España	23,43	23,44	23,19	22,95	22,92	22,82	22,74	22,81	23,03	22,73
Estados Unidos	154,00	155,63	155,18	156,30	158,53	160,61	161,73	163,50	166,33	163,30
Guatemala	5,90	6,20	5,99	6,32	6,54	6,80	7,10	7,10	7,11	0,00
Guyana	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,32
Haiti	4,22	4,31	4,42	4,59	4,66	4,76	4,87	4,98	5,08	4,96
Honduras	3,37	3,36	3,63	3,66	3,94	3,95	4,10	4,17	4,20	4,09
Jamaica	1,25	1,28	1,31	1,31	1,32	1,35	1,36	1,36	1,36	1,35
México	49,72	51,23	51,79	51,92	52,91	53,68	54,20	55,55	56,99	53,58
Nicaragua	2,55	2,60	2,69	2,76	2,82	2,88	2,94	2,99	3,04	3,00
Panamá	1,70	1,74	1,78	1,85	1,90	1,95	1,99	2,04	2,09	2,02
Paraguay	3,01	3,24	3,24	3,25	3,29	3,38	3,47	3,58	3,69	3,73
Perú	15,95	16,16	16,50	16,78	17,10	17,43	17,47	17,73	17,83	18,10
Portugal	5,43	5,06	5,00	4,99	5,00	5,00	5,05	5,08	5,12	5,03
Puerto Rico	1,22	1,20	1,12	1,13	1,12	1,12	1,09	1,09	1,09	1,06
Rep. Dominicana	4,55	4,63	4,70	4,81	4,92	5,00	5,08	5,11	5,19	5,08
Trinidad y Tobago	0,62	0,65	0,65	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,60
Uruguay	1,69	1,68	1,70	1,70	1,67	1,80	1,79	1,79	1,79	1,79
Venezuela	13,44	13,86	13,90	14,16	14,38	14,49	20,99	21,31	21,62	22,06
América Latina y el Caribe	280,72	284,96	288,34	294,68	296,02	296,60	306,82	311,75	316,71	303,54
Iberoamérica	303,04	307,08	309,97	315,84	317,04	317,39	327,45	332,35	337,45	324,09

Notas:

PEA: Corresponde a Población Económicamente Activa.
América Latina y el Caribe: los datos son estimados.
Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 3: PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	miles de millones de dólares corrientes internacionales (PPC)									
Argentina	797272	819686	849609	839891	867183	885224	1037827	1041834	1052537	942433
Barbados	4617	4387	4360	4322	4435	4569	4530	4572	4553	4036
Bolivia	55766	61453	69841	75553	77543	82737	94287	100661	104869	96845
Brasil	2974904	2998543	3133850	3187157	3014776	2938074	3017656	3094312	3183281	3153155
Canadá	1430811	1468103	1554123	1621341	1594905	1678157	1765768	1862100	1904485	
Chile	350575	374242	394292	404667	407878	426777	451985	481604	481296	480011
Colombia	531984	553250	591397	625019	630400	665398	692909	747104	789757	759481
Costa Rica	59981	64120	68767	74311	80503	90745	96189	102673	113501	112149
Cuba	68990	73139	77150	80656	87133	91370	96851	100023	103428	107352
Ecuador	150259	159573	175193	186860	179322	181970	195018	202336	205867	191192
El Salvador	40150	40813	43094	45533	48059	51091	54009	56851	59299	54607
España	1489656	1483596	1512075	1558210	1621167	1733333	1841894	1904494	1965216	1788250
Estados Unidos	15542600	16197000	16784900	17527300	18224800	18715000	19561940	20580200	21433000	20937000
Guatemala	100405	106488	112027	118755	127565	130139	133700	141097	147613	149287
Guyana	8079	7916	8370	8360	8594	8714	9307	9952	10673	15498
Haiti	28339	28318	29873	30563	31053	32799	32738	34977	34969	32638
Honduras	33436	34844	36445	39393	42517	47719	52444	55660	58198	53625
Jamaica	22793	23384	24116	24565	25398	26721	28040	29275	28902	
México	1911322	2012770	2064480	2173232	2230187	2383265	2460753	2556471	2609804	2427485
Nicaragua	25117	26363	27983	30317	32922	35895	38335	37606	37225	
Panamá	62808	69678	78516	87985	100485	112451	125193	133010	137125	113333
Paraguay	63523	64258	70973	75594	76830	81617	86460	91362	92578	93595
Perú	305676	319838	336104	350610	352355	378364	401070	417972	432853	393238
Portugal	282613	277991	292139	298935	307255	326373	340363	359216	372049	351895
Puerto Rico	116688	118103	119197	119068	118143	116587	115121	112380	115851	112670
Rep. Dominicana	116426	118171	125629	136991	151577	167492	175956	192729	206070	194563
Trinidad y Tobago	41268	40323	40459	40253	37785	35315	37754	38383	39003	36562
Uruguay	60665	66400	70347	74571	74739	76900	79090	81340	83092	78957
Venezuela	500327	537960	543212	540878	570800	488809				
América Latina y el Caribe	7663107	7931654	8269814	8553872	8525461	8666256	8953066	9225343	9382393	8965045
Iberoamérica	9330279	9588912	9966850	10302953	10346617	10617845	11022955	11371947	11608406	10985660

Notas:

Los valores se encuentran expresados en Paridad de Poder de Compra (PPC) de acuerdo a los factores de conversión del Banco Mundial sobre la información en moneda local provista por cada país.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 4:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	millones de dólares internacionales (PPC)									
Argentina										
I+D	4.512,30	5.204,30	5.254,73	4.988,64	5.399,26	4.940,89	5.781,96	5.199,34	4.976,25	4.898,37
Brasil										
I+D	33.903,79	33.788,75	37.470,52	40.467,52	41.330,60	37.807,18	33.733,41	36.734,95	39.250,47	36.798,42
Canadá										
I+D	25.570,61	26.018,80	26.506,54	27.793,40	27.005,61	29.010,77	29.767,38	31.267,73	30.311,55	31.246,14
Chile										
I+D	1.232,07	1.355,52	1.532,61	1.517,64	1.552,90	1.576,27	1.608,73	1.764,95	1.641,00	1.615,21
Colombia										
I+D	1.168,66	1.309,78	1.601,92	1.948,32	2.302,19	1.713,54	1.637,00	2.017,40	1.633,96	1.488,00
Costa Rica										
I+D	286,89	367,34	386,06	428,60	361,78	414,34	428,92	395,89		
Cuba										
I+D	187,60	297,80	366,20	335,50	373,40	312,70	417,10	537,18	572,04	556,49
Ecuador										
I+D	510,74	530,36	665,56	827,16						
El Salvador										
I+D	14,25	13,86	27,53	42,70	68,96	74,04	97,64	93,64	103,09	89,98
España										
I+D	19.863,18	19.268,50	19.282,45	19.355,01	19.816,17	20.634,56	22.294,62	23.655,73	24.592,62	25.132,50
Estados Unidos										
I+D	427.126,00	434.442,00	455.128,00	477.003,00	507.401,00	533.465,00	565.929,00	618.531,00	678.603,00	720.880,00
Guatemala										
I+D	49,11	48,38	43,87	35,02	39,09	30,08	39,56	41,68	39,64	73,05
Honduras										
I+D					6,58		20,95	35,66	34,65	
México										
I+D	9.007,90	8.472,97	8.774,62	9.460,10	9.577,03	9.241,73	8.079,06	7.851,16	7.407,70	7.305,88
Panamá										
I+D	109,67	53,07	49,54	125,54	120,92	162,84	184,02	161,26	172,41	257,05
Paraguay										
I+D	26,78	41,86	50,73	59,73	74,33	95,30	128,72	134,16	127,37	145,94
Perú										
I+D	253,92	176,73	274,94	375,56	413,62	446,11	475,23	530,98	683,82	675,06
Portugal										
I+D	4.118,84	3.832,40	3.869,90	3.856,02	3.820,09	4.180,03	4.490,36	4.847,82	5.192,41	5.691,54
Puerto Rico										
I+D			522,79		506,63					
Trinidad y Tobago										
I+D	16,61	17,70	23,06	33,06	32,50	33,23	33,36	32,22	23,14	23,16
Uruguay										
I+D	209,89	200,33	201,33	232,80	262,28	288,77	352,60	415,92	359,26	353,33
Venezuela										
I+D	765,28	1.345,43	1.762,46	1.754,67	2.494,04	3.363,64				
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

INDICADOR 4:
GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	millones de dólares internacionales (PPC)									
América Latina y el Caribe										
I+D	53.042,82	53.999,50	59.139,35	63.284,70	65.897,94	61.972,09	57.770,76	60.663,37	62.061,54	58.484,09
Iberoamérica										
I+D	77.024,84	77.100,40	82.291,70	86.495,72	89.534,20	86.786,68	84.555,73	89.166,92	91.957,95	89.252,63

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

El Salvador: La información consignada corresponde al gasto realizado por el sector de Educación Superior hasta el año 2012. El dato del año 2013 incluye también el gasto en ciencia y tecnología del sector gobierno.

Guatemala: Los datos corresponden a la inversión realizada por el sector académico y el Estado. No se incluye la inversión del sector privado.

Perú: Los valores de 2011 a 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 5:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RELACIÓN AL PBI

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
I+D	0,57%	0,63%	0,62%	0,59%	0,62%	0,56%	0,56%	0,50%	0,47%	0,52%
Brasil										
I+D	1,14%	1,13%	1,20%	1,27%	1,37%	1,29%	1,12%	1,19%	1,23%	1,17%
Canadá										
I+D	1,79%	1,77%	1,71%	1,71%	1,69%	1,73%	1,69%	1,68%	1,59%	
Chile										
I+D	0,35%	0,36%	0,39%	0,38%	0,38%	0,37%	0,36%	0,37%	0,34%	0,34%
Colombia										
I+D	0,22%	0,24%	0,27%	0,31%	0,37%	0,26%	0,24%	0,27%	0,21%	0,20%
Costa Rica										
I+D	0,48%	0,57%	0,56%	0,58%	0,45%	0,46%	0,45%	0,39%		
Cuba										
I+D	0,27%	0,41%	0,47%	0,42%	0,43%	0,34%	0,43%	0,54%	0,55%	0,52%
Ecuador										
I+D	0,34%	0,33%	0,38%	0,44%						
El Salvador										
I+D	0,04%	0,03%	0,06%	0,09%	0,14%	0,14%	0,18%	0,16%	0,17%	0,16%
España										
I+D	1,33%	1,30%	1,28%	1,24%	1,22%	1,19%	1,21%	1,24%	1,25%	1,41%
Estados Unidos										
I+D	2,75%	2,68%	2,71%	2,72%	2,72%	2,76%	2,81%	2,83%	0,00%	0,00%
Guatemala										
I+D	0,05%	0,05%	0,04%	0,03%	0,03%	0,02%	0,03%	0,03%	0,03%	0,05%
Honduras										
I+D					0,02%		0,04%	0,06%	0,06%	
México										
I+D	0,47%	0,42%	0,43%	0,44%	0,43%	0,39%	0,33%	0,31%	0,28%	0,30%
Panamá										
I+D	0,17%	0,08%	0,06%	0,14%	0,12%	0,14%	0,15%	0,12%	0,13%	0,23%
Paraguay										
I+D	0,04%	0,07%	0,07%	0,08%	0,10%	0,12%	0,15%	0,15%	0,14%	0,16%
Perú										
I+D	0,08%	0,06%	0,08%	0,11%	0,12%	0,12%	0,12%	0,13%	0,16%	0,17%
Portugal										
I+D	1,46%	1,38%	1,32%	1,29%	1,24%	1,28%	1,32%	1,35%	1,40%	1,62%
Puerto Rico										
I+D			0,44%		0,43%					
Trinidad y Tobago										
I+D	0,04%	0,04%	0,06%	0,08%	0,09%	0,09%	0,09%	0,08%	0,06%	0,06%
Uruguay										
I+D	0,35%	0,30%	0,29%	0,31%	0,35%	0,38%	0,45%	0,51%	0,43%	0,45%
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

INDICADOR 5:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN RELACIÓN AL PBI

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Venezuela										
I+D	0,15%	0,25%	0,32%	0,32%	0,44%	0,69%				
América Latina y el Caribe										
I+D	0,69%	0,68%	0,72%	0,74%	0,77%	0,72%	0,65%	0,66%	0,66%	0,65%
Iberoamérica										
I+D	0,83%	0,80%	0,83%	0,84%	0,87%	0,82%	0,77%	0,78%	0,79%	0,81%

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar

El Salvador: La información consignada corresponde al gasto realizado por el sector de Educación Superior hasta el año 2012. El dato del año 2013 incluye también el gasto en ciencia y tecnología del sector gobierno.

Guatemala: Los datos corresponden a la inversión realizada por el sector académico y el Estado. No se incluye la inversión del sector privado.

Perú: Los valores de 2011 a 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 6:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR HABITANTE

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	dólares internacionales (PPC)									
Argentina										
I+D	111,22	124,70	124,51	116,91	125,18	113,35	131,29	116,85	110,73	107,95
Brasil										
I+D	172,45	170,38	187,35	200,61	203,12	184,28	163,12	176,19	186,78	173,12
Canadá										
I+D	744,65	749,51	755,60	784,24	756,46	803,40	814,65	843,71	806,37	822,05
Chile										
I+D	71,35	77,68	86,88	85,09	86,06	86,24	86,85	94,03	86,19	83,09
Colombia										
I+D	25,38	28,12	34,00	40,88	47,76	35,15	33,21	41,81	33,08	29,54
Costa Rica										
I+D	62,37	78,66	81,62	90,23	74,90	84,73	86,65	79,18		
Cuba										
I+D	16,75	26,59	32,70	29,96	33,34	27,92	37,24	47,92	51,12	49,78
Ecuador										
I+D	33,45	34,17	42,19	51,61						
El Salvador										
I+D	2,38	2,24	4,37	6,67	10,61	11,36	14,84	14,10	15,39	13,31
España										
I+D	420,91	407,67	409,14	413,82	425,02	443,21	478,71	506,30	522,91	529,66
Estados Unidos										
I+D	1.370,41	1.383,32	1.438,27	1.495,38	1.542,22	1.597,78	1.687,05	1.776,08		
Guatemala										
I+D	3,38	3,27	2,92	2,29	2,51	1,90	2,46	2,55	2,39	4,34
Honduras										
I+D					0,77		2,36	3,96	3,79	
México										
I+D	78,08	72,46	74,08	78,87	78,92	75,31	65,13	62,64	58,52	57,17
Panamá										
I+D	29,32	13,96	12,82	32,16	30,47	40,37	44,90	38,67	40,66	59,64
Paraguay										
I+D	4,21	6,55	7,82	9,08	11,13	14,06	18,74	19,25	18,02	20,35
Perú										
I+D	8,52	5,86	9,02	12,19	13,26	14,17	14,93	16,51	21,03	20,56
Portugal										
I+D	390,57	365,43	371,13	371,67	369,40	405,45	436,34	471,73	504,32	552,67
Puerto Rico										
I+D			145,50		145,87					
Trinidad y Tobago										
I+D	12,51	13,26	17,21	24,58	24,10	24,62	24,53	23,69	17,01	16,90
Uruguay										
I+D	61,50	58,46	58,52	67,41	75,65	82,97	100,94	119,17	102,94	101,24

INDICADOR 6:
GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR HABITANTE

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	dólares internacionales (PPC)									
Venezuela										
I+D	26,14	44,92	57,96	57,17	80,07	107,64				
América Latina y el Caribe										
I+D	89,42	89,88	97,34	103,12	106,22	98,94	91,36	95,21	96,37	89,74
Iberoamérica										
I+D	121,15	119,85	126,66	132,03	135,35	130,06	125,62	131,54	134,26	128,82

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar

El Salvador: La información consignada corresponde al gasto realizado por el sector de Educación Superior hasta el año 2012. El dato del año 2013 incluye también el gasto en ciencia y tecnología del sector gobierno.

Guatemala: Los datos corresponden a la inversión realizada por el sector académico y el Estado. No se incluye la inversión del sector privado.

Perú: Los valores de 2011 a 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 7:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR INVESTIGADOR

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
miles de dólares internacionales (PPC)										
Argentina										
Personas Físicas	58,75	65,35	64,47	59,77	65,53	57,08	68,60	58,50	54,89	54,19
EJC	92,49	103,57	103,93	96,94	101,86	90,15	108,72	95,74	90,64	87,62
Brasil										
Personas Físicas	134,54	123,50	126,93	127,73	120,35	99,95	84,92	87,08		
EJC	232,68	215,03	222,29	224,83						
Canadá										
EJC	154,88	161,02	162,45	161,95	158,82	174,93	177,07	179,88		
Chile										
Personas Físicas	131,24	129,75	156,46	123,35	119,32	111,16	111,78	114,11	106,30	102,55
EJC	202,70	199,40	260,08	200,08	189,95	175,43	176,80	180,02	169,68	162,14
Colombia										
Personas Físicas			199,96	235,30	229,07	131,80	125,91	120,11	97,28	70,54
EJC			600,64	711,59	696,58	398,03	380,26			
Costa Rica										
Personas Físicas	71,72	101,19	89,97	105,26	85,57	106,65	111,87	104,70		
EJC	152,44	232,34	229,25	165,48	150,68	160,97	227,79	229,50		
Ecuador										
Personas Físicas	126,83	73,02	70,38	72,49						
EJC	186,65	121,90	120,84	129,80						
El Salvador										
Personas Físicas	26,74	22,91	41,58	53,91	68,89	78,69	99,53	100,26	100,09	
EJC					172,39	177,14	239,89	204,91	218,88	
España										
Personas Físicas	90,18	89,39	92,36	92,12	92,50	94,36	98,65	100,75	101,89	102,92
EJC	152,52	151,99	156,48	158,34	161,85	162,95	167,36	168,82	170,81	172,88
Guatemala										
Personas Físicas	81,72	72,65	85,36	62,32	64,93	45,85	80,08	104,21	78,04	121,96
EJC	132,74	117,72	161,90	108,43	108,57	82,19	166,23	187,76	156,08	245,14
Honduras										
Personas Físicas					31,78		38,93	53,46	50,66	
EJC					32,25		64,06			
México										
Personas Físicas	159,49	204,57	207,82	211,82	196,20	170,02	148,03	143,96	127,69	117,16
EJC	226,18	291,23	293,26	302,09	279,36	237,68	206,49	200,34	177,45	162,48
Panamá										
Personas Físicas	198,67	118,72	79,64	260,45	245,77	274,61	295,85			
EJC	250,38	373,71	330,24							
Paraguay										
Personas Físicas	20,88	24,57		37,10	37,44	58,86	72,15	70,68	69,11	82,69
EJC	84,49	38,73		59,46	60,82	116,10	138,70	138,02	116,21	157,60
Perú										
Personas Físicas	225,11	117,58	78,51	123,87	122,59	106,19	105,47	107,73	102,66	84,97
Portugal										
Personas Físicas	50,01	46,88	49,43	48,97	47,16	48,73	50,08	50,43	51,50	54,37
EJC	93,49	90,18	102,34	101,06	98,78	101,09	99,92	101,73	103,50	107,04
Puerto Rico										
Personas Físicas			264,57		244,75					
Trinidad y Tobago										
Personas Físicas	16,43	19,37	18,54	26,92	25,45	24,17	22,15	19,10	15,26	17,33
EJC								46,59	39,84	
Uruguay										
Personas Físicas	77,31	73,35	75,49	85,00	94,75	101,68	122,64	135,65	113,91	110,76
EJC										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

INDICADOR 7:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR INVESTIGADOR

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	miles de dólares internacionales (PPC)									
Venezuela										
Personas Físicas	101,48	140,27	149,60	147,79	230,42	323,99				
EJC	113,88	154,90	162,68	214,19	333,07	375,28				
América Latina y el Caribe										
Personas Físicas	119,55	119,08	122,33	123,24	120,85	103,82	94,08	93,73	94,04	86,57
EJC	200,34	202,07	209,88	213,47	203,71	175,32	159,14	153,30	154,47	142,16
Iberoamérica										
Personas Físicas	103,21	102,69	106,80	107,80	106,52	96,28	90,95	91,16	91,76	87,12
EJC	175,43	176,63	185,84	189,33	184,76	166,43	156,25	152,81	154,31	146,33

Notas:

Los valores se encuentran expresados en Paridad de Poder de Compra (PPC) de acuerdo a los factores de conversión del Banco Mundial sobre la información en moneda local provista por cada país.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

Investigadores incluye a becarios de I+D.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR TIPO DE ACTIVIDAD

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Investigación básica	41,0%	42,8%	41,7%	43,0%	33,9%	28,7%	25,7%	25,5%	21,7%	24,2%
Investigación aplicada	48,8%	46,6%	48,8%	48,5%	48,8%	41,4%	50,1%	43,2%	38,8%	39,1%
Desarrollo experimental	10,2%	10,6%	9,5%	8,5%	17,4%	29,9%	24,2%	31,4%	39,5%	36,7%
Chile										
Investigación básica		29,8%	33,4%	35,3%	36,7%	34,1%	32,6%	36,0%		
Investigación aplicada		40,4%	35,1%	33,0%	39,3%	40,1%	43,4%	38,6%		
Desarrollo experimental		29,8%	31,5%	31,7%	24,0%	25,7%	24,0%	25,5%		
Costa Rica										
Investigación básica	11,5%	10,3%	14,7%	9,5%	45,7%	49,6%	52,6%	56,5%		
Investigación aplicada	49,2%	58,1%	64,1%	50,9%	43,0%	32,8%	35,7%	30,5%		
Desarrollo experimental	39,3%	31,7%	21,2%	39,7%	11,3%	17,6%	11,7%	13,0%		
Cuba										
Investigación básica	10,0%	13,0%	15,0%	15,0%	20,0%	20,0%	20,0%	30,0%	24,5%	24,3%
Investigación aplicada	50,0%	47,0%	45,0%	45,0%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	48,0%	49,4%
Desarrollo experimental	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	30,0%	30,0%	30,0%	20,0%	27,5%	26,3%
Ecuador										
Investigación básica	16,4%	23,7%	18,3%	19,6%						
Investigación aplicada	74,9%	58,8%	66,1%	62,0%						
Desarrollo experimental	8,8%	17,6%	15,6%	18,5%						
El Salvador										
Investigación básica	28,8%	39,0%	22,4%	27,4%	23,9%	35,6%	28,4%	32,0%	21,7%	
Investigación aplicada	60,5%	49,2%	73,9%	64,3%	66,9%	56,3%	57,0%	46,3%	54,4%	
Desarrollo experimental	10,7%	11,8%	3,8%	8,3%	9,2%	8,1%	14,6%	21,7%	23,9%	
España										
Investigación básica	22,9%	23,1%	22,9%	22,6%	21,8%	21,8%	21,3%	21,1%	23,4%	23,7%
Investigación aplicada	41,7%	41,3%	41,3%	40,8%	41,0%	41,1%	41,2%	41,1%	43,3%	45,7%
Desarrollo experimental	35,5%	35,6%	35,8%	36,6%	37,2%	37,2%	37,6%	37,9%	33,3%	30,6%
Estados Unidos										
Investigación básica	17,1%	16,9%	17,3%	17,3%	16,9%	17,2%	16,7%	16,6%		
Investigación aplicada	19,3%	20,1%	19,4%	19,3%	19,7%	20,3%	19,9%	19,8%		
Desarrollo experimental	63,6%	63,0%	63,3%	63,4%	63,4%	62,5%	63,5%	63,5%		
Guatemala										
Investigación básica	8,3%	6,5%	2,4%	0,5%	2,7%	3,9%	2,5%	1,2%	0,6%	3,9%
Investigación aplicada	83,0%	91,3%	86,4%	91,2%	96,6%	77,6%	83,8%	84,2%	98,0%	54,7%
Desarrollo experimental	8,7%	2,2%	11,2%	8,3%	0,7%	18,5%	13,7%	14,6%	1,4%	41,4%
Honduras										
Investigación básica					33,3%					
Investigación aplicada					36,9%					
Desarrollo experimental					29,8%					
México										
Investigación básica	30,4%	30,9%	30,8%	32,0%	31,9%	30,5%	30,4%	30,8%	30,6%	30,7%
Investigación aplicada	27,0%	30,8%	32,0%	28,4%	29,3%	29,9%	29,9%	30,1%	30,0%	30,1%
Desarrollo experimental	42,6%	38,2%	37,2%	39,6%	38,8%	39,6%	39,7%	39,1%	39,4%	39,3%
Panamá										
Investigación básica	22,0%	29,5%	32,7%							
Investigación aplicada	41,5%	44,5%	46,1%							
Desarrollo experimental	36,6%	26,1%	21,2%							
Paraguay										
Investigación básica	15,4%	11,9%		10,9%	13,7%	15,9%	15,7%	17,8%	17,5%	8,0%
Investigación aplicada	63,1%	71,1%		71,6%	73,1%	73,2%	73,4%	69,8%	70,9%	75,1%
Desarrollo experimental	21,5%	17,0%		17,5%	13,2%	11,0%	10,9%	12,4%	11,7%	16,9%
Perú										
Investigación básica				25,6%	26,2%					
Investigación aplicada				61,3%	66,5%					
Desarrollo experimental				13,1%	7,3%					
Portugal										
Investigación básica	20,3%	21,0%	22,8%	23,2%	23,1%	22,9%	21,9%	21,4%	21,2%	19,3%
Investigación aplicada	38,4%	38,8%	39,3%	39,4%	39,5%	37,7%	38,5%	39,7%	39,7%	39,0%
Desarrollo experimental	41,4%	40,2%	38,0%	37,4%	37,4%	39,5%	39,6%	38,9%	39,1%	41,8%

INDICADOR 8:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR TIPO DE ACTIVIDAD

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Puerto Rico										
Investigación básica			20,6%		19,2%					
Investigación aplicada			21,5%		26,6%					
Desarrollo experimental			57,9%		54,2%					
Trinidad y Tobago										
Investigación básica							19,2%	12,4%	9,2%	9,8%
Investigación aplicada							55,5%	51,3%	45,3%	45,3%
Desarrollo experimental							25,3%	36,3%	45,5%	44,9%

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en I+D.

Chile: El desglose se realiza sobre el gasto corriente en I+D, sin incluir gasto de capital, y no incluye al gasto en I+D ejecutado por observatorios.

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Gobierno					74,8%	71,5%	70,7%	65,1%	60,7%	59,2%
Empresas (Públicas y Privadas)					19,2%	18,8%	17,8%	21,3%	23,6%	23,4%
Educación Superior					2,0%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,8%
Org. priv. sin fines de lucro					0,5%	0,5%	0,6%	0,8%	0,8%	0,8%
Extranjero					3,5%	7,5%	9,3%	11,1%	13,1%	14,8%
Brasil										
Gobierno	52,9%	54,9%	57,7%	52,8%	53,2%	53,2%	58,1%	54,6%	48,3%	53,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	45,2%	43,1%	40,4%	45,0%	44,6%	44,3%	38,9%	42,5%	48,9%	43,2%
Educación Superior	1,9%	2,0%	2,0%	2,2%	2,2%	2,5%	3,1%	2,9%	2,9%	3,0%
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero										
Canadá										
Gobierno	24,9%	24,6%	24,4%	23,3%	21,9%	22,0%	23,3%	23,3%	23,9%	23,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	49,2%	47,4%	46,7%	45,8%	44,0%	42,7%	43,1%	42,7%	41,7%	41,9%
Educación Superior	16,4%	18,8%	19,5%	18,7%	19,8%	19,5%	19,7%	19,8%	20,4%	20,3%
Org. priv. sin fines de lucro	3,6%	3,4%	3,6%	4,2%	4,7%	5,1%	5,1%	4,9%	5,0%	5,0%
Extranjero	6,0%	5,7%	5,9%	8,1%	9,8%	10,8%	8,8%	9,3%	9,0%	9,1%
Chile										
Gobierno	33,7%	36,0%	38,4%	44,2%	42,6%	45,5%	47,1%	47,7%	45,3%	42,2%
Empresas (Públicas y Privadas)	33,9%	35,0%	34,2%	31,9%	32,8%	35,1%	31,4%	30,7%	31,0%	34,7%
Educación Superior	9,6%	9,4%	11,7%	9,5%	11,1%	14,1%	15,4%	15,2%	16,3%	18,8%
Org. priv. sin fines de lucro	1,6%	2,1%	0,8%	0,7%	0,6%	1,5%	1,7%	1,8%	1,9%	2,2%
Extranjero	21,3%	17,5%	15,0%	13,8%	12,9%	3,9%	4,5%	4,7%	5,5%	2,1%
Colombia										
Gobierno	40,6%	35,5%	43,6%	32,7%	28,5%	33,5%	36,9%	26,8%	30,8%	29,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	29,9%	35,0%	28,6%	45,6%	48,4%	40,7%	38,1%	45,0%	34,1%	40,6%
Educación Superior	26,4%	25,7%	24,0%	18,9%	18,1%	19,7%	19,5%	22,9%	25,3%	21,2%
Org. priv. sin fines de lucro	0,9%	1,0%	0,9%	0,8%	0,5%	0,4%	0,4%	1,1%	2,1%	2,0%
Extranjero	2,2%	2,9%	2,9%	2,1%	4,6%	5,8%	5,2%	4,2%	7,6%	6,4%
Costa Rica										
Gobierno	70,4%	81,5%	80,4%	94,3%	83,5%	93,2%	83,7%	93,8%		
Empresas (Públicas y Privadas)	21,4%	5,9%	7,7%	2,5%	6,9%	4,5%	5,7%	2,3%		
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro	0,8%	0,5%	0,7%	0,9%	4,3%	0,3%	0,1%	0,0%		
Extranjero	7,4%	12,1%	11,3%	2,4%	5,4%	2,0%	10,5%	3,9%		
Cuba										
Gobierno	80,0%	80,0%	80,0%	60,0%	55,0%	63,0%	66,0%	56,4%	57,2%	69,2%
Empresas (Públicas y Privadas)	15,0%	15,0%	15,0%	30,0%	40,0%	35,0%	33,0%	42,0%	40,7%	25,2%
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero	5,0%	5,0%	5,0%	10,0%	5,0%	2,0%	1,0%	1,6%	2,2%	5,6%
Ecuador										
Gobierno	67,9%	67,3%	70,3%	73,5%						
Empresas (Públicas y Privadas)	1,0%	0,1%	0,1%	0,2%						
Educación Superior	19,3%	26,9%	24,8%	21,8%						
Org. priv. sin fines de lucro	1,1%	0,4%	0,3%	0,2%						
Extranjero	10,7%	5,3%	4,6%	4,3%						
El Salvador										
Gobierno	24,9%	11,7%	42,9%	33,0%	29,0%	19,2%	39,5%	32,0%	36,0%	33,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	1,4%	2,7%	0,7%	0,7%	41,9%	44,2%	31,4%	35,2%	31,5%	35,1%
Educación Superior	54,2%	73,9%	37,1%	48,6%	21,2%	33,0%	20,8%	26,8%	24,0%	31,3%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	2,6%	2,9%	0,9%	1,1%	0,3%	1,3%	0,4%	1,2%	
Extranjero	19,3%	9,1%	16,4%	16,9%	6,8%	3,3%	7,1%	5,6%	7,3%	
España										
Gobierno	44,5%	43,1%	41,6%	41,4%	40,9%	40,0%	38,9%	37,6%	37,9%	38,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	44,3%	45,6%	46,3%	46,4%	45,8%	46,7%	47,8%	49,5%	49,1%	49,2%
Educación Superior	4,0%	3,9%	4,1%	4,2%	4,3%	4,4%	4,3%	4,4%	4,2%	3,8%
Org. priv. sin fines de lucro	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	0,9%	0,9%	0,8%	0,7%	0,7%	0,8%
Extranjero	6,7%	6,7%	7,4%	7,4%	8,0%	8,1%	8,2%	7,9%	8,2%	7,7%

INDICADOR 9:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Estados Unidos										
Gobierno	31,0%	29,6%	27,5%	25,9%	25,3%	23,6%				
Empresas (Públicas y Privadas)	58,7%	59,5%	61,1%	62,0%	62,5%	63,2%				
Educación Superior	3,1%	3,3%	3,4%	3,4%	3,5%	3,6%				
Org. priv. sin fines de lucro	3,4%	3,5%	3,5%	3,6%	3,7%	3,8%				
Extranjero	3,8%	4,1%	4,5%	5,1%	5,0%	5,8%				
Guatemala										
Gobierno	19,9%	23,5%	28,8%	31,1%	27,8%	15,1%	10,2%	8,3%	10,5%	63,8%
Empresas (Públicas y Privadas)						12,9%	10,3%	12,5%	11,1%	
Educación Superior	27,7%	27,5%	26,9%	34,1%	28,2%	72,0%	79,5%	78,8%	77,9%	36,2%
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero	52,4%	49,0%	44,3%	34,8%	44,0%			0,4%	0,5%	
Honduras										
Gobierno					82,5%		44,9%	39,9%	54,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)							10,4%	44,9%	21,1%	
Educación Superior					17,5%		27,4%	3,1%	6,4%	
Org. priv. sin fines de lucro							13,8%	9,0%	11,6%	
Extranjero							3,5%	3,1%	6,2%	
México										
Gobierno	63,9%	73,0%	76,8%	81,3%	79,7%	77,6%	76,8%	78,2%	76,7%	76,9%
Empresas (Públicas y Privadas)	32,9%	24,7%	20,6%	15,7%	17,4%	18,8%	19,1%	17,5%	18,2%	17,8%
Educación Superior	2,0%	1,4%	1,5%	2,0%	1,7%	2,2%	2,5%	2,6%	3,1%	3,1%
Org. priv. sin fines de lucro	0,6%	0,6%	0,7%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,8%	0,9%	0,9%
Extranjero	0,6%	0,4%	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,9%	0,9%	1,1%	1,3%
Panamá										
Gobierno	46,7%	82,3%	80,9%	24,4%	26,4%	48,0%	55,7%	36,3%	33,5%	42,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	18,9%	9,9%	10,9%	1,8%	0,9%	0,5%	1,5%	1,8%	2,3%	1,1%
Educación Superior	5,0%	7,6%	8,0%	0,7%	0,8%	6,0%		20,1%	18,1%	23,9%
Org. priv. sin fines de lucro	8,7%			9,4%	14,8%	6,7%	8,0%	1,2%	2,0%	5,5%
Extranjero	20,7%	0,2%	0,3%	63,7%	57,2%	38,8%	34,7%	40,6%	44,1%	27,0%
Paraguay										
Gobierno	57,8%	84,5%	78,5%	74,3%	81,3%	79,6%	80,8%	72,7%	75,4%	78,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	4,3%	0,9%	0,5%	0,3%	0,3%	0,5%	0,2%	0,4%	0,2%	0,2%
Educación Superior	18,9%	3,8%	3,4%	3,2%	2,3%	3,0%	4,0%	3,9%	3,0%	1,9%
Org. priv. sin fines de lucro	2,1%	2,9%	3,8%	4,5%	4,6%	3,4%	2,9%	8,6%	7,4%	8,9%
Extranjero	16,9%	7,9%	13,7%	17,8%	11,5%	13,6%	12,0%	14,3%	13,9%	10,5%
Portugal										
Gobierno	41,8%	43,1%	46,6%	47,1%	44,3%	42,6%	41,0%	40,6%	40,2%	37,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	44,7%	46,0%	42,3%	41,8%	42,7%	44,4%	46,5%	47,3%	48,3%	52,2%
Educación Superior	5,4%	3,6%	4,1%	4,2%	4,4%	3,7%	3,9%	3,8%	3,5%	2,9%
Org. priv. sin fines de lucro	2,1%	2,1%	1,0%	1,3%	1,3%	1,2%	1,2%	1,1%	1,2%	1,2%
Extranjero	6,0%	5,2%	6,1%	5,6%	7,4%	8,0%	7,3%	7,2%	6,8%	6,5%
Puerto Rico										
Gobierno			25,0%		23,2%					
Empresas (Públicas y Privadas)			65,6%		69,8%					
Educación Superior			8,9%		6,7%					
Org. priv. sin fines de lucro			0,5%		0,3%					
Extranjero										
Trinidad y Tobago										
Gobierno							75,0%	62,5%	0,2%	82,0%
Empresas (Públicas y Privadas)							8,2%	13,6%		4,6%
Educación Superior									99,8%	
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero							16,8%	23,9%		13,4%
Uruguay										
Gobierno	30,9%	33,0%	40,9%	28,3%	27,2%	29,1%	28,2%	27,5%	27,7%	27,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	17,1%	15,0%	7,7%	5,8%	9,5%	4,5%	4,6%	5,5%	4,2%	4,2%
Educación Superior	45,4%	43,4%	45,4%	58,4%	56,1%	58,8%	59,5%	59,3%	61,7%	61,7%
Org. priv. sin fines de lucro	0,1%	0,9%	0,6%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
Extranjero	6,6%	7,7%	5,5%	7,3%	7,0%	7,3%	7,4%	7,4%	6,2%	6,2%
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

INDICADOR 9:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Venezuela										
Gobierno				87,7%	89,1%	93,4%				
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior				12,3%	10,9%	6,6%				
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero										
América Latina y el Caribe										
Gobierno	57,8%	60,9%	63,1%	59,8%	59,1%	60,5%	63,9%	60,8%	56,0%	56,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	37,5%	34,5%	32,3%	35,6%	35,9%	34,1%	29,8%	32,8%	37,3%	36,9%
Educación Superior	3,5%	3,6%	3,6%	3,6%	3,7%	4,0%	4,4%	4,5%	4,5%	4,2%
Org. priv. sin fines de lucro	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%
Extranjero	0,9%	0,8%	0,8%	0,8%	1,1%	1,2%	1,6%	1,6%	1,8%	2,0%
Iberoamérica										
Gobierno	53,6%	55,6%	57,3%	55,1%	54,5%	54,9%	56,4%	53,8%	50,5%	50,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	39,5%	37,7%	36,0%	38,2%	38,3%	37,4%	35,2%	37,8%	40,9%	41,5%
Educación Superior	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,8%	4,1%	4,4%	4,4%	4,4%	4,0%
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%	0,5%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,4%	0,5%	0,5%
Extranjero	2,7%	2,6%	2,6%	2,6%	3,0%	3,2%	3,7%	3,6%	3,8%	4,0%

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en I+D.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

El Salvador: La información consignada corresponde al gasto realizado por el sector de Educación Superior hasta el año 2012. El dato del año 2013 incluye también el gasto en ciencia y tecnología del sector gobierno.

INDICADOR 10:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE EJECUCIÓN

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Gobierno	40,9%	43,6%	45,3%	47,6%	50,8%	47,1%	46,8%	41,1%	37,8%	37,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	27,8%	25,5%	24,4%	21,1%	22,5%	25,7%	27,1%	31,3%	36,2%	37,8%
Educación Superior	30,4%	29,8%	29,3%	30,4%	25,8%	26,5%	25,2%	26,4%	24,9%	23,7%
Org. priv. sin fines de lucro	1,0%	1,1%	1,1%	0,9%	0,9%	0,7%	0,9%	1,1%	1,1%	1,1%
Canadá										
Gobierno	9,0%	8,6%	8,9%	8,6%	7,0%	6,7%	7,0%	7,2%	7,5%	7,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	53,3%	51,6%	51,2%	53,2%	53,3%	53,5%	52,7%	52,1%	50,6%	51,0%
Educación Superior	37,3%	39,4%	39,5%	37,7%	39,3%	39,4%	39,7%	40,3%	41,5%	41,2%
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,4%	0,4%
Chile										
Gobierno	4,0%	4,1%	8,4%	8,1%	7,8%	12,9%	13,1%	12,6%	11,3%	11,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	34,0%	34,4%	35,0%	33,4%	34,3%	37,7%	34,2%	33,5%	33,6%	35,6%
Educación Superior	32,4%	34,3%	39,3%	39,0%	38,5%	43,1%	45,9%	47,0%	49,1%	47,6%
Org. priv. sin fines de lucro	29,6%	27,2%	17,3%	19,5%	19,4%	6,4%	6,8%	6,9%	6,0%	5,8%
Colombia										
Gobierno	3,2%	2,5%	7,2%	3,2%	2,2%	7,9%	9,6%	7,6%	10,1%	7,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	24,9%	31,2%	25,2%	43,2%	47,8%	39,8%	35,1%	42,1%	31,6%	38,0%
Educación Superior	64,9%	60,9%	61,9%	49,2%	46,8%	49,8%	53,4%	48,2%	55,2%	51,4%
Org. priv. sin fines de lucro	7,0%	5,4%	5,8%	4,4%	3,2%	2,5%	1,9%	2,0%	3,1%	3,6%
Costa Rica										
Gobierno	36,6%	27,1%	28,9%	26,9%	23,6%	18,7%	12,6%	13,2%		
Empresas (Públicas y Privadas)	15,9%	31,3%	31,5%	36,5%	26,6%	32,8%	33,9%	37,5%		
Educación Superior	45,2%	39,8%	37,8%	35,8%	49,3%	48,3%	53,4%	48,2%		
Org. priv. sin fines de lucro	2,3%	1,8%	1,8%	0,8%	0,5%	0,2%	0,2%	1,2%		
Ecuador										
Gobierno	24,5%	24,8%	31,6%	36,8%						
Empresas (Públicas y Privadas)	58,1%	57,3%	49,1%	42,3%						
Educación Superior	14,2%	16,4%	17,5%	19,5%						
Org. priv. sin fines de lucro	3,2%	1,6%	1,9%	1,4%						
El Salvador										
Gobierno			45,0%	39,8%	26,6%	26,0%	39,3%	31,5%	30,0%	
Empresas (Públicas y Privadas)					41,6%	39,9%	31,0%	32,5%	29,8%	
Educación Superior	100,0%	100,0%	55,0%	60,2%	31,7%	34,1%	29,7%	36,0%	40,2%	
Org. priv. sin fines de lucro										
España										
Gobierno	19,5%	19,1%	18,7%	18,8%	19,1%	18,5%	17,7%	16,8%	17,0%	17,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	52,1%	53,0%	53,1%	52,9%	52,5%	53,7%	55,0%	56,5%	56,1%	55,6%
Educación Superior	28,2%	27,8%	28,0%	28,1%	28,1%	27,5%	27,1%	26,4%	26,6%	26,7%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
Estados Unidos										
Gobierno	12,9%	12,3%	11,5%	11,4%	11,0%	10,2%	9,9%	10,4%		
Empresas (Públicas y Privadas)	68,9%	69,6%	70,9%	71,5%	71,9%	72,5%	72,9%	72,6%		
Educación Superior	14,1%	14,0%	13,5%	13,1%	13,1%	13,1%	13,0%	12,9%		
Org. priv. sin fines de lucro	4,2%	4,1%	4,0%	4,1%	4,0%	4,2%	4,3%	4,2%		
Guatemala										
Gobierno	12,4%	16,5%	25,9%	25,3%	30,7%	15,1%	10,2%	9,9%	10,2%	63,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	0,3%	0,2%	0,1%	0,6%	0,9%	12,9%	10,3%	12,5%	11,2%	
Educación Superior	86,1%	82,3%	72,0%	73,6%	68,4%	72,0%	79,5%	77,6%	78,0%	36,2%
Org. priv. sin fines de lucro	1,2%	1,0%	1,9%	0,5%	0,0%				0,5%	
Honduras										
Gobierno							44,7%	55,9%	31,9%	
Empresas (Públicas y Privadas)								0,3%	10,3%	
Educación Superior							30,2%	15,4%	43,4%	
Org. priv. sin fines de lucro							25,1%	28,4%	14,4%	
México										
Gobierno	32,8%	38,5%	41,8%	32,3%	30,1%	26,4%	26,2%	26,6%	26,2%	26,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	34,9%	26,8%	25,5%	17,9%	18,6%	22,2%	22,5%	21,1%	21,8%	21,6%
Educación Superior	30,9%	33,8%	31,8%	48,8%	50,3%	50,4%	50,2%	51,2%	50,8%	50,9%
Org. priv. sin fines de lucro	1,4%	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%	1,0%	1,1%	1,1%	1,2%	1,3%

INDICADOR 10:
GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR SECTOR DE EJECUCIÓN

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Panamá										
Gobierno	64,3%	63,4%	58,0%	24,4%	25,2%	23,4%	27,7%			
Empresas (Públicas y Privadas)	2,0%	2,0%	1,9%	0,3%	0,4%	0,4%	0,7%			
Educación Superior	2,5%	2,4%	2,5%	3,2%	3,9%	11,4%	12,3%			
Org. priv. sin fines de lucro	31,3%	32,2%	37,7%	72,2%	70,5%	64,9%	59,3%			
Paraguay										
Gobierno	20,5%	31,6%	35,0%	37,2%	48,1%	35,6%	35,7%	35,7%	52,8%	56,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	0,8%									
Educación Superior	58,5%	59,9%	50,1%	43,4%	52,0%	41,3%	40,4%	38,2%	25,9%	24,0%
Org. priv. sin fines de lucro	20,3%	8,5%	15,0%	19,4%		23,1%	23,9%	26,2%	21,4%	20,0%
Perú										
Gobierno				44,5%	41,7%					
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior				43,3%	46,9%					
Org. priv. sin fines de lucro				12,2%	11,5%					
Portugal										
Gobierno	7,4%	5,4%	6,5%	6,3%	6,5%	5,3%	5,5%	5,3%	5,1%	5,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	47,4%	49,7%	47,5%	46,4%	46,4%	48,4%	50,4%	51,5%	52,5%	57,0%
Educación Superior	36,4%	36,5%	44,6%	45,6%	45,5%	44,7%	42,5%	41,6%	40,5%	36,0%
Org. priv. sin fines de lucro	8,8%	8,5%	1,3%	1,7%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,9%	2,1%
Puerto Rico										
Gobierno			1,8%		1,7%					
Empresas (Públicas y Privadas)			66,0%		69,3%					
Educación Superior			31,8%		28,6%					
Org. priv. sin fines de lucro			0,4%		0,4%					
Trinidad y Tobago										
Gobierno	60,2%	63,3%	60,6%	73,7%	78,3%	77,5%	87,5%	83,9%	0,2%	94,8%
Empresas (Públicas y Privadas)							8,2%	11,6%		
Educación Superior	39,8%	36,7%	39,4%	26,3%	21,7%	22,5%	4,3%	4,5%	99,8%	5,3%
Org. priv. sin fines de lucro										
Uruguay										
Gobierno	33,2%	28,3%	32,8%	29,5%	29,7%	28,0%	35,8%	41,7%	27,2%	26,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	30,5%	37,0%	30,8%	27,9%	30,4%	28,7%	24,1%	21,4%	27,6%	28,5%
Educación Superior	35,8%	34,3%	35,8%	42,3%	39,6%	43,1%	40,0%	36,7%	45,0%	44,6%
Org. priv. sin fines de lucro	0,5%	0,5%	0,5%	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
América Latina y el Caribe										
Gobierno	26,9%	28,0%	28,8%	27,1%	27,1%	26,5%	27,0%	26,0%	25,8%	27,2%
Empresas (Públicas y Privadas)	31,3%	29,9%	29,4%	28,4%	28,8%	29,3%	29,3%	30,0%	30,2%	29,6%
Educación Superior	40,4%	40,8%	40,8%	43,3%	43,0%	43,3%	42,7%	43,1%	43,1%	40,4%
Org. priv. sin fines de lucro	1,4%	1,3%	1,1%	1,1%	1,1%	0,8%	1,0%	1,0%	1,0%	2,9%
Iberoamérica										
Gobierno	23,9%	24,6%	25,3%	24,3%	24,3%	23,4%	23,2%	22,1%	21,8%	19,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	37,6%	36,8%	36,0%	34,9%	35,2%	36,5%	37,8%	39,0%	39,5%	46,4%
Educación Superior	37,0%	37,2%	37,9%	39,9%	39,6%	39,4%	38,3%	38,1%	37,9%	32,7%
Org. priv. sin fines de lucro	1,5%	1,4%	0,9%	0,9%	0,9%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%	1,4%

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en ACT.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

Argentina: La Inversión en I+D del sector empresario de los años 2010 y 2012 es un dato estimado.

INDICADOR 11:

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR DISCIPLINA CIENTÍFICA

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Cs. Naturales y Exactas	27,4%	28,1%	28,3%	27,6%	27,8%	24,8%	24,5%	26,2%	27,1%	26,3%
Ingeniería y Tecnología	25,3%	24,8%	27,0%	27,3%	29,3%	33,3%	34,5%	29,6%	26,0%	27,1%
Ciencias Médicas	8,4%	7,6%	7,6%	8,0%	6,7%	7,5%	8,6%	10,2%	8,6%	9,6%
Ciencias Agrícolas	14,2%	15,2%	13,7%	13,5%	13,4%	12,0%	11,4%	12,3%	14,4%	14,7%
Ciencias Sociales	15,2%	17,1%	15,8%	16,0%	15,1%	14,3%	12,9%	13,8%	15,1%	13,9%
Humanidades	9,5%	7,3%	7,6%	7,6%	7,6%	8,1%	8,1%	7,9%	8,8%	8,4%
Chile										
Cs. Naturales y Exactas	19,1%	19,3%	29,8%	32,0%	34,1%	28,1%	28,2%	27,4%		
Ingeniería y Tecnología	34,4%	35,7%	33,9%	32,6%	31,0%	33,5%	32,8%	30,3%		
Ciencias Médicas	10,6%	10,5%	10,7%	11,5%	9,7%	10,1%	11,5%	12,0%		
Ciencias Agrícolas	16,8%	15,4%	14,9%	14,1%	14,4%	15,7%	15,4%	15,5%		
Ciencias Sociales	15,1%	14,4%	8,4%	7,7%	9,1%	10,2%	10,2%	12,1%		
Humanidades	4,0%	4,7%	2,3%	2,0%	1,8%	2,3%	2,0%	2,6%		
Costa Rica										
Cs. Naturales y Exactas	24,1%	18,6%	20,1%	17,0%	18,2%	19,4%	19,8%	20,7%		
Ingeniería y Tecnología	27,1%	32,8%	21,3%	22,1%	21,4%	25,9%	22,1%	17,7%		
Ciencias Médicas	8,5%	6,4%	8,7%	9,8%	9,0%	8,2%	9,5%	9,3%		
Ciencias Agrícolas	22,1%	20,0%	24,6%	25,0%	24,8%	19,9%	20,1%	22,2%		
Ciencias Sociales	16,1%	18,9%	22,3%	23,6%	22,7%	22,9%	24,5%	26,1%		
Humanidades	2,1%	3,4%	3,1%	2,5%	4,0%	3,9%	4,0%	4,0%		
Ecuador										
Cs. Naturales y Exactas	32,9%	26,6%	22,2%	22,6%						
Ingeniería y Tecnología	25,0%	24,8%	28,6%	29,8%						
Ciencias Médicas	3,5%	5,0%	7,7%	8,1%						
Ciencias Agrícolas	22,3%	19,3%	13,5%	11,7%						
Ciencias Sociales	13,9%	22,4%	24,1%	23,9%						
Humanidades	2,3%	1,9%	4,0%	3,9%						
El Salvador										
Cs. Naturales y Exactas	10,3%	6,3%	7,0%	3,8%	4,0%	3,2%	4,2%	2,8%	3,5%	
Ingeniería y Tecnología	24,9%	38,1%	19,9%	13,0%	50,4%	52,0%	41,0%	45,8%	49,3%	
Ciencias Médicas	8,3%	11,3%	8,5%	31,5%	8,7%	12,2%	18,9%	5,1%	6,1%	
Ciencias Agrícolas	3,2%	4,1%	38,6%	8,2%	22,1%	12,4%	10,7%	16,5%	14,8%	
Ciencias Sociales	48,5%	32,8%	20,2%	40,1%	14,3%	19,8%	21,8%	27,9%	25,2%	
Humanidades	4,9%	7,5%	5,8%	3,4%	0,5%	0,5%	3,4%	2,0%	1,1%	
Guatemala										
Cs. Naturales y Exactas	8,6%	11,7%	11,7%	10,2%	14,0%	11,0%	6,5%	8,7%	10,4%	17,2%
Ingeniería y Tecnología	7,6%	6,4%	6,0%	8,5%	4,9%	9,3%	5,4%	8,0%	8,2%	17,8%
Ciencias Médicas	34,4%	33,8%	36,6%	28,8%	26,5%	26,0%	42,4%	37,9%	26,1%	19,3%
Ciencias Agrícolas	21,3%	26,2%	29,2%	30,9%	34,6%	35,2%	25,7%	20,9%	23,3%	11,3%
Ciencias Sociales	24,0%	18,1%	12,7%	14,3%	13,7%	12,7%	15,5%	18,5%	26,4%	32,1%
Humanidades	4,1%	3,8%	3,7%	7,4%	6,3%	5,9%	4,6%	6,1%	5,7%	2,2%
Honduras										
Cs. Naturales y Exactas					3,1%		7,9%	3,2%	9,0%	
Ingeniería y Tecnología					7,4%		16,5%	0,8%	2,0%	
Ciencias Médicas					5,8%		2,7%	0,2%	0,6%	
Ciencias Agrícolas					20,3%		55,2%	34,7%	80,4%	
Ciencias Sociales					32,2%		16,9%	2,1%	7,7%	
Humanidades					31,2%		0,9%	59,2%	0,4%	
México										
Cs. Naturales y Exactas	88,5%	85,0%	85,1%	80,0%	80,8%	80,7%	80,7%	80,4%	80,5%	80,5%
Ingeniería y Tecnología										
Ciencias Médicas										
Ciencias Agrícolas										
Ciencias Sociales	11,5%	15,0%	14,9%	20,0%	19,2%	19,4%	19,3%	19,6%	19,5%	19,6%
Humanidades										
Panamá										
Cs. Naturales y Exactas				52,2%	58,5%	44,5%	41,9%			
Ingeniería y Tecnología				2,2%	1,7%	4,8%	5,1%			
Ciencias Médicas				0,7%	0,7%	0,0%	0,2%			
Ciencias Agrícolas				20,9%	21,4%	22,9%	25,3%			
Ciencias Sociales				24,0%	17,7%	25,1%	27,4%			
Humanidades						2,6%				

INDICADOR 11:
GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR DISCIPLINA CIENTÍFICA

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Paraguay										
Cs. Naturales y Exactas	5,6%	5,8%		13,5%	10,4%	18,6%	17,0%	16,5%	16,9%	8,0%
Ingeniería y Tecnología	29,7%	7,9%		15,6%	14,7%	15,2%	15,8%	20,2%	19,5%	33,8%
Ciencias Médicas	15,9%	12,5%		18,9%	22,4%	17,7%	20,1%	19,5%	16,2%	13,3%
Ciencias Agrícolas	37,1%	66,3%		35,8%	36,9%	32,8%	25,7%	24,0%	31,6%	30,6%
Ciencias Sociales	10,7%	6,0%		12,9%	12,7%	13,5%	18,4%	16,3%	14,8%	12,9%
Humanidades	1,1%	1,4%		3,3%	2,9%	2,3%	3,0%	3,6%	1,0%	1,4%
Perú										
Cs. Naturales y Exactas				35,9%	32,0%					
Ingeniería y Tecnología				20,4%	22,7%					
Ciencias Médicas				8,2%	9,8%					
Ciencias Agrícolas				12,2%	13,3%					
Ciencias Sociales				20,4%	19,3%					
Humanidades				2,9%	3,0%					
Portugal										
Cs. Naturales y Exactas	22,0%	23,0%	24,0%	25,2%	24,2%	23,7%	23,4%	23,0%	23,1%	23,6%
Ingeniería y Tecnología	43,5%	43,1%	41,6%	40,0%	40,7%	42,6%	43,8%	44,1%	45,3%	46,6%
Ciencias Médicas	12,7%	13,0%	12,3%	12,7%	12,9%	12,1%	12,5%	12,8%	12,5%	11,9%
Ciencias Agrícolas	4,1%	4,2%	3,6%	3,6%	3,3%	3,1%	3,1%	3,3%	3,3%	3,4%
Ciencias Sociales	12,1%	11,0%	11,7%	11,4%	12,4%	11,9%	11,3%	11,4%	10,6%	9,9%
Humanidades	5,6%	5,8%	7,0%	7,1%	6,5%	6,5%	5,8%	5,5%	5,2%	4,7%
Puerto Rico										
Cs. Naturales y Exactas			15,4%		14,8%					
Ingeniería y Tecnología			23,5%		26,1%					
Ciencias Médicas			37,7%		36,6%					
Ciencias Agrícolas			22,3%		21,4%					
Ciencias Sociales			1,1%		1,1%					
Humanidades			0,0%		0,1%					
Trinidad y Tobago										
Cs. Naturales y Exactas	29,4%	24,8%	27,1%	28,6%	32,2%	27,0%	31,2%	28,9%	0,1%	40,2%
Ingeniería y Tecnología	3,8%	1,8%	3,1%	7,7%	4,5%	5,1%	8,5%	11,9%	0,0%	4,3%
Ciencias Médicas	3,8%	3,6%	4,2%	6,4%	6,8%	7,6%	22,0%	20,4%	99,8%	5,1%
Ciencias Agrícolas	47,6%	56,3%	56,9%	52,5%	51,5%	55,3%	37,6%	38,0%	0,1%	50,0%
Ciencias Sociales	10,7%	10,1%	7,2%	3,9%	4,1%	4,2%	0,3%	0,4%	0,0%	0,1%
Humanidades	4,7%	3,5%	1,5%	0,9%	0,9%	0,9%	0,4%	0,4%	0,0%	0,3%
Uruguay										
Cs. Naturales y Exactas	26,2%	17,4%	16,7%	16,8%	17,5%	17,0%	7,1%	8,0%		
Ingeniería y Tecnología	20,7%	30,0%	22,8%	19,9%	19,9%	21,1%	33,9%	34,4%		
Ciencias Médicas	13,9%	14,8%	9,8%	16,7%	15,5%	18,5%	16,8%	15,0%		
Ciencias Agrícolas	22,3%	23,6%	32,0%	29,5%	29,4%	22,0%	20,8%	17,4%		
Ciencias Sociales	16,4%	8,1%	12,8%	10,4%	11,2%	12,5%	16,6%	20,0%		
Humanidades	0,5%	6,1%	5,9%	6,7%	6,5%	9,0%	4,9%	5,2%		

107

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en I+D.

Chile: Los montos sin asignar corresponden al gasto en I+D ejecutado por observatorios, los cuales no tienen información desagregada por disciplina científica.

Colombia: Los montos sin asignar corresponden al gasto en el sector de empresas.

México: Las categorías reportadas incluyen: Ciencias naturales e ingeniería en Cs. Naturales y Exactas. Y Ciencias sociales y humanidades en Ciencias Sociales.

INDICADOR 12:

PERSONAL DE I+D (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Investigadores	76.804	79.641	81.506	83.462	82.396	86.562	84.284	88.872	90.656	90.397
Técnicos y personal asimilado	11.259	12.826	13.532	13.592	14.046	14.297	15.357	18.052	19.215	17.567
Personal de apoyo	9.150	8.976	10.416	11.363	11.673	11.928	11.468	11.497	11.950	12.182
Bolivia										
Investigadores	2.507	1.303	1.454	1.618						
Técnicos y personal asimilado	442	473	488	541						
Personal de apoyo	612	513	567	644						
Brasil										
Investigadores	251.992	273.602	295.212	316.822	343.413	378.268	397.243	421.838		
Técnicos y personal asimilado	247.576	262.392	277.207	292.023	316.533	348.659	366.149	388.819		
Personal de apoyo										
Chile										
Investigadores	9.388	10.447	9.795	12.303	13.015	14.181	14.392	15.467	15.438	15.751
Técnicos y personal asimilado	6.202	7.189	6.195	7.447	6.728	7.211	7.585	6.852	6.791	6.420
Personal de apoyo	3.192	3.319	3.430	3.975	3.026	3.574	2.913	2.680	2.758	2.596
Colombia										
Investigadores			8.011	8.280	10.050	13.001	13.001	16.796	16.796	21.094
Costa Rica										
Investigadores	4.000	3.630	4.291	4.072	4.228	3.885	3.834	3.781		
Técnicos y personal asimilado	4.116	2.853	1.746	1.342	958	815	706	602		
Personal de apoyo	2.239	1.844	1.156	956	957	825	884	923		
Cuba										
Investigadores	4.618	4.655	4.719	4.355	3.853	6.839	6.878	6.954	7.750	7.945
Técnicos y personal asimilado										
Personal de apoyo	9.185	9.934	10.127	10.063	19.699	12.099	11.851	12.257	20.111	15.744
Ecuador										
Investigadores	4.027	7.263	9.456	11.410						
Técnicos y personal asimilado	1.734	1.580	1.498	1.815						
Personal de apoyo	1.049	1.749	1.949	1.778						
El Salvador										
Investigadores	533	605	662	792	1.001	941	981	934	1.030	
Técnicos y personal asimilado					44	89	97	139	167	
Personal de apoyo					40	6	38	101	100	
España										
Investigadores	220.254	215.544	208.767	210.104	214.227	218.680	225.995	234.798	241.372	244.187
Técnicos y personal asimilado	84.421	83.077	81.594	78.556	81.624	81.927	86.225	90.001	92.140	91.223
Personal de apoyo	49.236	44.280	42.774	44.211	42.328	41.202	42.113	44.493	44.350	42.887
Guatemala										
Investigadores	601	666	514	562	602	656	494	400	508	599
Técnicos y personal asimilado	412	570	451	615	547	644	677	390	412	614
Personal de apoyo	334	318	373	640	722	565	662	452	394	273
Honduras										
Investigadores					207		538	667	684	
Técnicos y personal asimilado					91		714	985	1.021	
Personal de apoyo					6		404	468	473	
Jamaica										
Investigadores						759	682			
México										
Investigadores	56.481	41.419	42.222	44.662	48.812	54.357	54.578	54.539	58.013	62.356
Técnicos y personal asimilado	26.898	20.471	19.624	17.662	18.674	22.670	22.494	22.176	22.995	24.208
Personal de apoyo	14.987	15.718	15.413	9.064	10.104	12.657	12.366	11.995	11.518	11.039
Nicaragua										
Investigadores	755	874								
Técnicos y personal asimilado	217	231								
Personal de apoyo	103	120								
Panamá										
Investigadores	552	447	622	482	492	593	622			
Técnicos y personal asimilado	227	1.916	2.040	274	270	274	283			
Personal de apoyo	465	872	1.021	405	404	482	506			
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

INDICADOR 12:
PERSONAL I+D (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Paraguay										
Investigadores	1.283	1.704		1.610	1.985	1.619	1.784	1.898	1.843	1.765
Técnicos y personal asimiliado	784	887		488	650	708	709	605	776	922
Personal de apoyo	154	1.696		2.542	2.727	312	616	415	599	630
Perú										
Investigadores	1.128	1.503	3.502	3.032	3.374	4.201	4.506	4.929	6.661	7.945
Técnicos y personal asimiliado				1.077	1.195					
Personal de apoyo				671	837					
Portugal										
Investigadores	82.354	81.750	78.290	78.736	81.005	85.780	89.659	96.123	100.823	104.681
Técnicos y personal asimiliado	7.136	7.428	14.760	15.530	18.991	14.133	15.405	16.394	17.528	20.911
Personal de apoyo	4.587	3.799	2.297	2.686	3.295	3.767	4.187	4.347	4.661	5.536
Puerto Rico										
Investigadores			1.976		2.070					
Técnicos y personal asimiliado			2.516		3.040					
Personal de apoyo			301		390					
Trinidad y Tobago										
Investigadores	1.011	914	1.244	1.228	1.277	1.375	1.506	1.687	1.516	1.336
Técnicos y personal asimiliado	407	329	375	415	673	476	574	566	505	635
Personal de apoyo				472	582	785	1.016	969	824	1.076
Uruguay										
Investigadores	2.715	2.731	2.667	2.739	2.768	2.840	2.875	3.066	3.154	3.190
Venezuela										
Investigadores	7.541	9.592	11.781	11.873	10.824	10.382			7.591	9.655
Técnicos y personal asimiliado									2.192	2.400
Personal de apoyo									927	3.236
América Latina y el Caribe										
Investigadores	443.681	453.479	483.442	513.513	545.308	596.944	614.066	647.180	659.963	675.604
Iberoamérica										
Investigadores	746.289	750.774	770.499	802.353	840.540	901.404	929.720	978.101	1.002.158	1.024.472

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

Guatemala: La información remitida corresponde únicamente al personal de proyectos de I+D del sector público y educación superior.

INDICADOR 13:

INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Personas Físicas	4,55	4,67	4,74	4,80	4,72	4,89	4,69	4,82	4,85	5,14
Bolivia										
Personas Físicas	0,53	0,28	0,30	0,32						
Brasil										
Personas Físicas	2,48	2,67	2,86	2,97	3,25	3,68	3,81	3,99		
Chile										
Personas Físicas	1,16	1,28	1,18	1,46	1,52	1,63	1,61	1,69	1,65	1,85
Colombia										
Personas Físicas			0,34	0,34	0,41	0,53	0,52	0,66	0,68	0,85
Costa Rica										
Personas Físicas	1,90	1,66	1,93	1,79	1,89	1,70	1,70	1,74		
Cuba										
Personas Físicas	0,89	0,91	0,93	0,85	0,80	1,46	1,51	1,53	1,67	1,69
Ecuador										
Personas Físicas	0,61	1,08	1,36	1,58						
El Salvador										
Personas Físicas	0,21	0,22	0,24	0,28	0,36	0,32	0,33	0,31	0,33	
España										
Personas Físicas	9,40	9,19	9,00	9,15	9,35	9,58	9,94	10,30	10,48	10,74
Guatemala										
Personas Físicas	0,10	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10	0,07	0,06	0,07	
Honduras										
Personas Físicas					0,05		0,13	0,16	0,16	
Jamaica										
Personas Físicas						0,56	0,50			
México										
Personas Físicas	1,14	0,81	0,82	0,86	0,92	1,01	1,01	0,98	1,02	1,16
Nicaragua										
Personas Físicas	0,30	0,34								
Panamá										
Personas Físicas	0,32	0,26	0,35	0,26	0,26	0,30	0,31			
Paraguay										
Personas Físicas	0,43	0,53	0,00	0,50	0,60	0,48	0,51	0,53	0,50	0,47
Perú										
Personas Físicas	0,07	0,09	0,21	0,18	0,20	0,24	0,26	0,28	0,37	0,44
Portugal										
Personas Físicas	15,17	16,16	15,66	15,77	16,21	17,15	17,74	18,91	19,71	20,79
Puerto Rico										
Personas Físicas			1,77		1,85					
Trinidad y Tobago										
Personas Físicas	1,64	1,41	1,91	1,87	1,97	2,15	2,35	2,68	2,41	2,23
Uruguay										
Personas Físicas	1,60	1,63	1,57	1,61	1,65	1,58	1,61	1,71	1,76	1,78

INDICADOR 13:
INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Venezuela										
Personas Físicas	0,56	0,69	0,85	0,84	0,75	0,72			0,35	0,44
América Latina y el Caribe										
Personas Físicas	1,58	1,59	1,68	1,74	1,84	2,01	2,00	2,08	2,08	2,23
Iberoamérica										
Personas Físicas	2,46	2,44	2,49	2,54	2,65	2,84	2,84	2,94	2,97	3,16

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

Investigadores incluye a becarios de I+D.

Guatemala: La información remitida corresponde únicamente al personal de proyectos de I+D del sector público y educación superior.

INDICADOR 14:

INVESTIGADORES POR SEXO (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Femenino	52,6%	52,5%	52,5%	53,1%	52,5%	53,1%	53,8%	53,3%	53,1%	53,5%
Masculino	47,4%	47,5%	47,5%	46,9%	47,5%	46,9%	46,2%	46,7%	46,9%	46,6%
Bolivia										
Femenino		36,5%	37,8%	37,6%						
Masculino		63,6%	62,2%	62,4%						
Chile										
Femenino	30,8%	31,0%	34,3%	31,5%	33,0%	33,1%	34,4%	34,2%	34,8%	34,9%
Masculino	69,2%	69,0%	65,7%	68,5%	67,0%	66,9%	65,6%	65,8%	65,2%	65,1%
Colombia										
Femenino			33,9%	35,4%	35,5%	37,4%	37,4%	38,2%	38,2%	
Masculino			66,1%	64,6%	64,6%	62,6%	62,6%	61,8%	61,8%	
Costa Rica										
Femenino	42,7%	44,6%	43,8%	44,3%	42,2%	42,8%	44,3%	45,2%		
Masculino	57,4%	55,4%	56,2%	55,7%	57,9%	57,2%	55,7%	54,8%		
Cuba										
Femenino	48,7%	48,4%	47,1%	48,2%	51,5%	48,1%	49,0%	49,0%	41,8%	42,3%
Masculino	51,3%	51,6%	52,9%	51,8%	48,5%	52,0%	51,0%	51,0%	58,2%	57,7%
Ecuador										
Femenino	37,4%	42,2%	41,4%	41,1%						
Masculino	62,6%	57,8%	58,6%	58,9%						
El Salvador										
Femenino	37,2%	38,2%	38,8%	37,9%	40,4%	39,2%	38,6%	39,8%	40,0%	
Masculino	62,9%	61,8%	61,2%	62,1%	59,6%	60,8%	61,4%	60,2%	60,0%	
España										
Femenino	38,7%	38,8%	39,3%	39,6%	40,0%	40,2%	40,5%	40,8%	41,3%	41,5%
Masculino	61,3%	61,2%	60,7%	60,4%	60,0%	59,9%	59,5%	59,2%	58,7%	58,5%
Guatemala										
Femenino	43,1%	44,7%	44,2%	46,8%	53,2%	44,4%	43,9%	47,3%	41,9%	49,4%
Masculino	56,9%	55,3%	55,8%	53,2%	46,8%	55,6%	56,1%	52,8%	58,1%	50,6%
Honduras										
Femenino					41,1%	0,0%	36,4%	47,2%	47,8%	
Masculino					58,9%	100,0%	63,6%	52,8%	52,2%	
México										
Femenino	0,0%	32,8%	33,0%	34,6%	34,8%	33,7%	33,5%	33,2%	32,8%	32,3%
Masculino	100,0%	67,2%	67,0%	65,4%	65,3%	66,3%	66,6%	66,8%	67,2%	67,7%
Panamá										
Femenino	65,9%	57,1%	48,2%							
Masculino	34,1%	43,0%	51,8%							
Paraguay										
Femenino	52,5%	51,7%	0,0%	49,4%	48,2%	48,9%	49,3%	48,5%	48,7%	50,3%
Masculino	47,5%	48,3%	100,0%	50,6%	51,8%	51,1%	50,7%	51,5%	51,3%	49,7%
Perú										
Femenino				31,6%	31,9%	30,5%	30,7%	30,7%	31,3%	31,2%
Masculino				68,4%	68,1%	69,5%	69,4%	69,3%	68,7%	68,9%
Portugal										
Femenino	44,0%	45,0%	45,4%	44,3%	44,1%	43,5%	43,7%	43,3%	42,8%	42,5%
Masculino	56,0%	55,0%	54,6%	55,7%	55,9%	56,5%	56,3%	56,8%	57,2%	57,5%
Trinidad y Tobago										
Femenino	48,8%	43,8%	49,7%	54,6%	53,6%	49,8%	55,9%	56,5%	56,4%	51,2%
Masculino	51,2%	56,2%	50,3%	45,4%	46,4%	50,3%	44,1%	43,5%	43,6%	48,8%

INDICADOR 14:
INVESTIGADORES POR SEXO (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Uruguay										
Femenino	49,5%	49,3%	49,0%	49,2%	49,3%	49,4%	49,7%	49,3%	49,9%	50,6%
Masculino	50,5%	50,7%	51,0%	50,9%	50,7%	50,6%	50,3%	50,7%	50,1%	49,4%
Venezuela										
Femenino	58,8%	59,0%	60,7%	61,1%	61,6%	61,4%			55,3%	55,3%
Masculino	41,2%	41,0%	39,3%	39,0%	38,4%	38,6%			44,7%	44,7%
América Latina y el Caribe										
Femenino	44,0%	45,5%	45,6%	45,7%	45,5%	45,4%	45,4%	45,7%	45,6%	44,3%
Masculino	56,0%	54,5%	54,4%	54,3%	54,5%	54,6%	54,6%	54,3%	54,4%	55,7%
Iberoamérica										
Femenino	42,4%	43,5%	43,9%	44,0%	44,0%	44,0%	44,0%	44,3%	44,3%	43,5%
Masculino	57,6%	56,5%	56,1%	56,0%	56,0%	56,1%	56,0%	55,7%	55,7%	56,6%

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

INDICADOR 15:

INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Gobierno	30,5%	30,4%	29,9%	30,9%	33,0%	32,6%	33,2%	30,8%	30,0%	31,6%
Empresas (Públicas y Privadas)	4,7%	4,9%	5,1%	4,5%	7,3%	6,9%	8,0%	10,0%	9,6%	9,5%
Educación Superior	64,1%	64,2%	64,5%	64,2%	59,2%	60,1%	58,2%	58,7%	59,8%	58,3%
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,6%	0,5%	0,5%	0,6%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
Bolivia										
Gobierno	4,0%	3,8%	4,4%	7,3%						
Empresas (Públicas y Privadas)		1,7%	1,6%	1,4%						
Educación Superior	84,4%	88,0%	88,5%	87,3%						
Org. priv. sin fines de lucro	11,6%	6,5%	5,6%	4,1%						
Brasil										
Gobierno	2,1%	2,0%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%
Empresas (Públicas y Privadas)	18,9%	18,5%	18,2%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%	17,9%
Educación Superior	78,6%	79,1%	79,5%	79,9%	79,9%	79,9%	79,9%	79,9%	79,9%	79,9%
Org. priv. sin fines de lucro	0,5%	0,5%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Chile										
Gobierno	4,7%	5,1%	10,6%	8,6%	9,7%	11,7%	11,1%	11,5%	10,5%	11,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	23,3%	24,7%	18,5%	24,8%	22,4%	25,3%	23,9%	23,6%	23,0%	22,6%
Educación Superior	63,6%	61,5%	65,2%	58,1%	58,8%	57,6%	59,0%	58,9%	60,7%	60,3%
Org. priv. sin fines de lucro	8,4%	8,7%	5,8%	8,6%	9,2%	5,4%	5,9%	6,0%	5,8%	5,9%
Colombia										
Gobierno			0,8%	0,8%	0,8%	1,0%	1,0%	1,3%	1,3%	
Empresas (Públicas y Privadas)			1,3%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	0,5%	0,5%	
Educación Superior			97,3%	95,7%	95,6%	95,6%	95,6%	96,5%	96,5%	
Org. priv. sin fines de lucro			0,7%	0,9%	0,9%	0,8%	0,8%	1,7%	1,7%	
Costa Rica										
Gobierno	34,3%	19,5%	30,6%	26,1%	30,8%	25,4%	14,0%	15,8%		
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior	63,0%	78,0%	67,4%	72,3%	68,5%	73,0%	85,9%	83,5%		
Org. priv. sin fines de lucro	2,7%	2,5%	2,0%	1,6%	0,7%	1,6%	0,1%	0,7%		
Ecuador										
Gobierno	14,4%	29,2%	36,2%	35,5%						
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior	83,2%	69,9%	63,0%	63,9%						
Org. priv. sin fines de lucro	2,4%	0,9%	0,8%	0,6%						
El Salvador										
Gobierno	5,0%	4,8%	4,4%	4,6%	13,3%	16,1%	11,1%	17,8%	15,6%	
Empresas (Públicas y Privadas)	3,9%	3,2%	3,0%	2,7%						
Educación Superior	88,5%	89,1%	92,1%	92,0%	86,7%	84,0%	88,9%	82,2%	84,4%	
Org. priv. sin fines de lucro	2,7%	2,9%	0,5%	0,7%						
España										
Gobierno	15,1%	14,9%	14,9%	14,8%	15,1%	15,4%	15,1%	14,9%	14,9%	14,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	27,0%	27,7%	28,4%	28,2%	28,1%	28,6%	29,0%	30,1%	30,0%	30,4%
Educación Superior	57,7%	57,2%	56,5%	56,8%	56,6%	55,8%	55,6%	54,8%	54,9%	54,7%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%
Guatemala										
Gobierno	32,0%	28,2%	39,7%	39,3%	36,1%	33,4%	19,4%	29,5%	33,5%	29,1%
Empresas (Públicas y Privadas)						2,9%	3,9%	6,8%	10,0%	
Educación Superior	68,1%	71,8%	60,3%	60,7%	64,0%	63,7%	76,7%	63,8%	56,5%	71,0%
Org. priv. sin fines de lucro										
Honduras										
Gobierno							9,1%	5,9%	3,1%	
Empresas (Públicas y Privadas)								2,5%	3,0%	
Educación Superior							85,3%	90,9%	93,1%	
Org. priv. sin fines de lucro							5,6%	0,8%	0,8%	
México										
Gobierno	16,4%	22,3%	20,3%	15,8%	14,6%	12,8%	12,2%	11,6%	10,2%	8,9%
Empresas (Públicas y Privadas)	24,3%	19,8%	20,2%	23,5%	24,5%	31,6%	33,2%	34,8%	37,6%	40,9%
Educación Superior	56,4%	55,3%	56,7%	58,8%	59,2%	53,9%	53,2%	52,4%	51,1%	49,3%
Org. priv. sin fines de lucro	2,9%	2,6%	2,7%	1,9%	1,7%	1,6%	1,4%	1,3%	1,1%	1,0%

INDICADOR 15:
INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Panamá											
Gobierno	76,6%										
Empresas (Públicas y Privadas)											
Educación Superior											
Org. priv. sin fines de lucro	23,4%										
Paraguay											
Gobierno	6,2%	24,3%		19,1%	18,2%	11,2%	13,1%	14,4%	9,7%	13,3%	
Empresas (Públicas y Privadas)	2,0%										
Educación Superior	82,9%	67,9%		56,8%	54,9%	67,5%	65,7%	64,0%	70,3%	64,7%	
Org. priv. sin fines de lucro	9,0%	7,9%		24,1%	26,9%	21,3%	21,2%	21,6%	20,0%	22,1%	
Perú											
Gobierno				18,8%	21,5%	19,3%	18,5%	17,8%	19,0%	16,5%	
Empresas (Públicas y Privadas)						4,6%	4,9%	5,1%	7,0%	7,0%	
Educación Superior				72,6%	71,0%		72,0%	72,8%	69,1%	72,0%	
Org. priv. sin fines de lucro				8,6%	7,5%	4,7%	4,6%	4,3%	4,9%	4,6%	
Portugal											
Gobierno	7,4%	5,9%	5,2%	5,7%	5,7%	5,4%	5,9%	5,7%	5,8%	5,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)	25,7%	26,3%	26,3%	27,5%	29,0%	30,7%	32,8%	33,7%	36,6%	40,3%	
Educación Superior	57,1%	58,7%	67,5%	66,0%	64,6%	63,2%	60,6%	59,9%	57,0%	53,0%	
Org. priv. sin fines de lucro	9,8%	9,2%	1,0%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	1,0%	
Puerto Rico											
Gobierno				5,1%	4,4%						
Empresas (Públicas y Privadas)				67,5%	73,2%						
Educación Superior				25,9%	22,4%						
Org. priv. sin fines de lucro				1,5%							
Trinidad y Tobago											
Gobierno	10,6%	12,8%	9,3%	12,8%	14,5%	14,2%	13,7%	11,7%	13,2%	12,6%	
Empresas (Públicas y Privadas)							0,8%	1,2%			
Educación Superior	89,4%	87,2%	90,7%	87,2%	85,5%	85,8%	85,5%	87,1%	86,8%	87,4%	
Org. priv. sin fines de lucro											
Uruguay											
Gobierno	16,0%	15,7%	15,1%	15,2%	15,3%	15,1%	14,7%	14,7%	14,8%	14,5%	
Empresas (Públicas y Privadas)	1,8%	1,9%	1,5%	1,5%	1,3%	1,2%	1,2%	1,0%	1,1%	0,9%	
Educación Superior	79,0%	79,1%	79,8%	79,9%	80,1%	80,4%	80,8%	81,0%	80,6%	80,6%	
Org. priv. sin fines de lucro	3,2%	3,3%	3,6%	3,4%	3,3%	3,3%	3,3%	3,4%	3,5%	3,9%	
Venezuela											
Gobierno	15,8%	14,3%	13,2%	6,5%	6,3%	16,8%				8,8%	17,4%
Empresas (Públicas y Privadas)	2,2%	8,1%	9,6%	19,3%	24,0%	1,0%				0,6%	0,5%
Educación Superior	80,6%	76,5%	77,3%	74,3%	69,7%	82,0%				90,4%	81,9%
Org. priv. sin fines de lucro	1,4%	1,1%				0,2%				0,2%	0,2%
América Latina y el Caribe											
Gobierno	10,5%	11,0%	10,8%	10,0%	9,6%	9,1%	8,5%	7,7%	7,6%	7,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)	16,3%	15,7%	15,5%	15,8%	16,4%	16,7%	17,0%	17,3%	17,5%	17,8%	
Educación Superior	71,6%	72,3%	72,8%	73,2%	73,0%	73,5%	73,7%	74,2%	74,1%	73,8%	
Org. priv. sin fines de lucro	1,5%	1,1%	0,9%	0,9%	1,0%	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	
Iberoamérica											
Gobierno	11,5%	11,5%	11,3%	10,8%	10,6%	10,1%	9,7%	9,0%	9,0%	9,0%	
Empresas (Públicas y Privadas)	20,4%	20,2%	20,0%	20,2%	20,5%	20,6%	21,0%	21,4%	21,8%	22,4%	
Educación Superior	66,0%	66,6%	67,9%	68,3%	68,2%	68,6%	68,6%	68,9%	68,6%	68,0%	
Org. priv. sin fines de lucro	2,0%	1,7%	0,8%	0,8%	0,8%	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%	

115

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Los valores corresponden a investigadores y becarios de I+D.

INDICADOR 16:

INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Cs. Naturales y Exactas	27,4%	26,4%	26,7%	26,2%	28,5%	28,6%	26,0%	23,5%	23,2%	22,6%
Ingeniería y Tecnología	15,3%	16,5%	17,8%	17,2%	17,2%	16,5%	16,0%	18,9%	18,2%	17,7%
Ciencias Médicas	13,6%	13,4%	13,2%	13,4%	11,1%	10,6%	12,4%	10,6%	10,3%	11,7%
Ciencias Agrícolas	11,6%	11,4%	10,1%	10,1%	9,6%	8,8%	9,6%	10,8%	11,7%	12,1%
Ciencias Sociales	22,5%	22,6%	22,6%	23,3%	23,1%	24,4%	24,8%	24,8%	24,5%	23,4%
Humanidades	9,7%	9,7%	9,6%	9,9%	10,6%	11,2%	11,2%	11,4%	12,1%	12,6%
Bolivia										
Cs. Naturales y Exactas	21,9%	19,6%	19,1%	17,3%						
Ingeniería y Tecnología	25,5%	20,3%	23,9%	22,8%						
Ciencias Médicas	12,5%	13,8%	13,8%	15,9%						
Ciencias Agrícolas	14,6%	17,3%	17,7%	17,8%						
Ciencias Sociales	20,6%	24,3%	21,2%	22,3%						
Humanidades	4,8%	4,7%	4,3%	4,0%						
Colombia										
Cs. Naturales y Exactas			26,2%	27,7%	26,1%	23,1%	23,1%			
Ingeniería y Tecnología			17,0%	18,6%	19,0%	19,5%	19,5%			
Ciencias Médicas			11,4%	17,6%	16,7%	16,1%	16,1%			
Ciencias Agrícolas			5,5%	5,3%	5,2%	4,9%	4,9%			
Ciencias Sociales			30,5%	24,5%	26,3%	29,0%	29,0%			
Humanidades			9,4%	6,2%	6,7%	7,5%	7,5%			
Costa Rica										
Cs. Naturales y Exactas	19,2%	21,0%	21,1%	20,8%	23,5%	24,6%	29,9%	23,1%		
Ingeniería y Tecnología	19,9%	15,3%	14,8%	18,2%	19,6%	20,8%	16,5%	15,2%		
Ciencias Médicas	18,1%	17,5%	16,4%	14,7%	12,4%	13,0%	10,3%	12,2%		
Ciencias Agrícolas	17,3%	14,7%	16,8%	15,1%	14,9%	11,2%	11,6%	12,9%		
Ciencias Sociales	21,2%	27,3%	26,4%	27,2%	26,2%	27,1%	26,8%	31,7%		
Humanidades	4,3%	4,4%	4,5%	4,1%	3,4%	3,3%	4,8%	4,9%		
Ecuador										
Cs. Naturales y Exactas	14,6%	20,2%	19,8%	17,9%						
Ingeniería y Tecnología	20,1%	19,0%	20,4%	21,5%						
Ciencias Médicas	11,3%	12,8%	12,2%	11,5%						
Ciencias Agrícolas	11,4%	9,4%	8,8%	8,1%						
Ciencias Sociales	35,1%	32,5%	32,2%	33,4%						
Humanidades	7,5%	6,2%	6,7%	7,6%						
El Salvador										
Cs. Naturales y Exactas	42,8%	40,3%	39,3%	36,7%	15,6%	10,3%	16,6%	15,7%	13,8%	
Ingeniería y Tecnología	19,9%	20,0%	19,6%	21,5%	21,5%	15,7%	19,8%	15,7%	17,3%	
Ciencias Médicas	14,3%	15,0%	15,6%	16,3%	13,1%	13,2%	10,8%	13,1%	19,5%	
Ciencias Agrícolas	3,9%	5,1%	4,7%	4,2%	13,9%	14,4%	8,0%	10,6%	11,1%	
Ciencias Sociales	16,0%	16,4%	17,5%	17,9%	28,7%	37,5%	36,9%	35,9%	29,2%	
Humanidades	3,2%	3,1%	3,3%	3,4%	7,3%	8,9%	8,0%	9,0%	9,1%	
Guatemala										
Cs. Naturales y Exactas	23,5%	20,4%	22,4%	8,2%	13,3%	13,9%	13,8%	17,8%	13,8%	12,5%
Ingeniería y Tecnología	13,1%	16,2%	15,6%	28,3%	21,1%	15,6%	9,9%	11,3%	12,0%	11,5%
Ciencias Médicas	12,3%	19,8%	16,3%	29,9%	33,4%	25,9%	25,3%	22,0%	11,4%	13,0%
Ciencias Agrícolas	20,8%	18,3%	24,1%	13,2%	13,3%	26,5%	29,4%	26,5%	28,4%	31,6%
Ciencias Sociales	23,1%	18,8%	10,1%	8,2%	12,1%	13,6%	15,4%	13,0%	22,8%	22,4%
Humanidades	7,2%	6,5%	11,5%	12,3%	6,8%	4,6%	6,3%	9,5%	11,6%	9,0%
Honduras										
Cs. Naturales y Exactas							15,7%	15,0%	15,4%	
Ingeniería y Tecnología							20,5%	4,3%	4,8%	
Ciencias Médicas							15,9%	23,8%	27,8%	
Ciencias Agrícolas							29,8%	11,1%	11,9%	
Ciencias Sociales							14,2%	36,5%	33,7%	
Humanidades							4,0%	9,3%	6,4%	
México										
Cs. Naturales y Exactas				19,7%	21,1%	19,1%	19,1%	19,1%	19,0%	18,9%
Ingeniería y Tecnología				27,8%	28,2%	30,5%	30,5%	30,5%	30,6%	30,6%
Ciencias Médicas				14,8%	14,3%	13,8%	13,6%	13,5%	13,2%	13,0%
Ciencias Agrícolas				9,6%	8,2%	8,4%	8,4%	8,4%	8,4%	8,3%
Ciencias Sociales				19,0%	19,5%	19,8%	19,9%	19,9%	20,2%	20,3%
Humanidades				9,1%	8,9%	8,5%	8,5%	8,6%	8,8%	8,9%

INDICADOR 16:
INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nicaragua										
Cs. Naturales y Exactas	14,7%	14,5%								
Ingeniería y Tecnología	14,2%	13,6%								
Ciencias Médicas	19,7%	19,3%								
Ciencias Agrícolas	17,3%	17,5%								
Ciencias Sociales	18,2%	26,9%								
Humanidades	16,0%	8,2%								
Paraguay										
Cs. Naturales y Exactas			15,8%	15,7%	17,0%	16,8%	18,1%	15,7%	15,0%	
Ingeniería y Tecnología			17,8%	19,1%	15,3%	14,7%	14,8%	16,3%	16,8%	
Ciencias Médicas			22,1%	20,2%	18,5%	20,4%	19,7%	19,5%	21,8%	
Ciencias Agrícolas			25,8%	24,8%	24,1%	22,3%	20,3%	20,8%	17,3%	
Ciencias Sociales			17,1%	18,1%	22,1%	23,2%	23,1%	22,9%	24,4%	
Humanidades			1,4%	2,2%	3,1%	2,7%	3,9%	4,8%	4,8%	
Perú										
Cs. Naturales y Exactas			21,5%	24,4%	25,5%	25,6%	25,3%	25,4%	24,6%	
Ingeniería y Tecnología			27,8%	27,0%	24,3%	23,5%	22,4%	20,2%	18,5%	
Ciencias Médicas			14,6%	16,0%	19,0%	20,0%	21,1%	26,5%	25,6%	
Ciencias Agrícolas			10,4%	9,1%	11,3%	11,3%	11,8%	11,3%	11,4%	
Ciencias Sociales			21,1%	19,1%	16,2%	15,9%	15,8%	13,7%	16,6%	
Humanidades			4,6%	4,4%	3,7%	3,6%	3,6%	2,9%	3,3%	
Portugal										
Cs. Naturales y Exactas	21,6%	21,9%	20,4%	19,8%	18,9%	19,3%	20,0%	20,9%	20,6%	21,1%
Ingeniería y Tecnología	30,1%	29,6%	30,3%	31,3%	32,1%	32,8%	34,0%	34,4%	36,1%	37,8%
Ciencias Médicas	15,9%	16,5%	15,5%	16,3%	17,2%	17,0%	16,1%	14,8%	14,7%	13,8%
Ciencias Agrícolas	3,8%	2,7%	2,5%	2,7%	2,6%	2,7%	2,8%	3,0%	3,0%	3,2%
Ciencias Sociales	18,2%	18,1%	19,1%	17,7%	17,7%	17,1%	16,2%	16,1%	15,5%	14,4%
Humanidades	10,3%	11,1%	12,3%	12,2%	11,5%	11,1%	10,9%	10,9%	10,2%	9,7%
Trinidad y Tobago										
Cs. Naturales y Exactas	23,8%	24,7%	22,6%	23,7%	21,0%	26,5%	21,3%	19,1%	21,6%	27,6%
Ingeniería y Tecnología	20,5%	29,5%	22,0%	19,2%	21,4%	24,7%	14,5%	14,1%	15,0%	21,3%
Ciencias Médicas	15,2%	14,4%	21,0%	22,7%	21,6%	13,6%	26,2%	24,0%	26,9%	8,0%
Ciencias Agrícolas	20,1%	10,5%	8,1%	13,1%	18,9%	19,4%	10,4%	18,0%	9,6%	12,7%
Ciencias Sociales	20,4%	20,8%	26,3%	21,3%	17,2%	15,9%	11,0%	10,3%	11,2%	14,8%
Humanidades							16,7%	14,6%	15,6%	15,6%
Uruguay										
Cs. Naturales y Exactas	30,1%	30,1%	30,8%	30,8%	31,3%	31,3%	32,4%	32,0%	31,4%	32,6%
Ingeniería y Tecnología	10,7%	10,7%	10,7%	10,7%	10,9%	10,8%	10,5%	10,5%	10,6%	10,3%
Ciencias Médicas	11,5%	11,8%	11,7%	10,8%	10,8%	11,8%	11,6%	11,8%	11,5%	11,8%
Ciencias Agrícolas	15,0%	14,8%	14,8%	14,8%	14,3%	13,9%	13,5%	13,9%	14,3%	13,4%
Ciencias Sociales	24,0%	23,9%	23,0%	23,8%	23,8%	23,5%	23,1%	23,1%	23,1%	22,8%
Humanidades	8,6%	8,8%	9,0%	9,0%	8,9%	8,8%	8,9%	8,8%	9,2%	9,1%
Venezuela										
Cs. Naturales y Exactas	12,2%	11,0%	11,6%	11,9%	22,0%	24,3%			17,5%	18,9%
Ingeniería y Tecnología	15,8%	14,8%	13,1%	12,7%	9,5%	9,9%			14,9%	17,5%
Ciencias Médicas	20,1%	18,6%	16,7%	17,4%	9,5%	7,6%			6,9%	9,2%
Ciencias Agrícolas	22,8%	23,4%	19,7%	19,0%	12,0%	9,2%			15,0%	13,3%
Ciencias Sociales	11,8%	12,8%	16,9%	16,6%	22,6%	28,8%			27,6%	25,0%
Humanidades	17,3%	19,4%	22,0%	22,5%	24,5%	20,3%			18,1%	16,1%

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Guatemala: Los datos consignados corresponden únicamente a los investigadores que trabajan en proyectos de I+D del sector público y educación superior.

INDICADOR 17:

INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Doctorado	26,4%	27,2%	28,1%	28,9%	30,6%	33,9%	32,0%	31,0%	32,3%	31,3%
Maestría	9,2%	9,1%	9,1%	9,9%	11,1%	10,7%	11,2%	11,0%	11,6%	11,1%
Licenciatura o equivalente	57,5%	57,3%	57,5%	56,4%	51,9%	48,4%	49,8%	50,2%	50,4%	55,3%
Terciaria no universitario										
Otros	6,9%	6,5%	5,3%	4,9%	6,4%	7,1%	7,1%	7,9%	5,7%	2,3%
Bolivia										
Doctorado	10,1%	15,0%	13,9%	16,9%						
Maestría	29,0%	34,5%	32,8%	34,6%						
Licenciatura o equivalente	37,5%	43,9%	44,8%	42,0%						
Terciaria no universitario	9,3%	1,7%	1,7%	2,4%						
Otros	14,1%	5,0%	6,8%	4,1%						
Brasil										
Doctorado	36,5%	36,8%	37,0%	37,3%						
Maestría	44,6%	44,9%	45,2%	45,4%						
Licenciatura o equivalente	15,7%	15,0%	14,3%	13,8%						
Terciaria no universitario										
Otros	3,2%	3,4%	3,5%	3,6%						
Chile										
Doctorado	46,6%	45,8%	50,5%	44,6%	45,1%	43,3%	45,8%	46,2%		
Maestría	17,4%	17,7%	19,2%	16,1%	17,3%	18,6%	17,8%	16,6%		
Licenciatura o equivalente	33,8%	34,1%	28,7%	34,1%	32,2%	33,3%	32,5%	31,5%		
Terciaria no universitario	1,8%	2,0%	1,1%	3,9%	3,6%	4,0%	2,0%	2,8%		
Otros	0,5%	0,5%	0,6%	1,4%	1,7%	0,8%	2,0%	2,8%		
Colombia										
Doctorado			79,0%	67,9%	54,0%	69,1%	69,1%	64,1%	64,1%	
Maestría			19,0%	28,2%	37,4%	27,2%	27,2%	24,6%	24,6%	
Licenciatura o equivalente			2,0%	3,9%	8,6%	3,7%	3,7%	1,3%	1,3%	
Terciaria no universitario								10,1%	10,1%	
Otros										
Costa Rica										
Doctorado	14,4%	16,2%	14,7%	21,1%	20,0%	21,9%	25,6%	24,8%		
Maestría	31,8%	44,4%	33,9%	34,3%	35,9%	34,6%	32,2%	40,4%		
Licenciatura o equivalente	51,4%	38,1%	48,9%	43,4%	43,9%	43,4%	41,9%	34,8%		
Terciaria no universitario										
Otros	2,5%	1,2%	2,5%	1,2%	0,2%	0,1%	0,3%			
Ecuador										
Doctorado	10,2%	7,5%	9,6%	14,6%						
Maestría	45,9%	46,0%	43,1%	47,0%						
Licenciatura o equivalente	43,9%	46,5%	47,4%	38,4%						
Terciaria no universitario										
Otros										
El Salvador										
Doctorado	2,6%	5,5%	5,7%	6,1%	7,7%	7,2%	9,3%	10,3%	11,1%	
Maestría	14,3%	38,8%	37,9%	39,3%	36,1%	36,7%	39,5%	38,5%	37,0%	
Licenciatura o equivalente	82,0%	55,7%	56,3%	54,7%	54,7%	53,2%	49,2%	46,9%	50,6%	
Terciaria no universitario					1,1%	0,7%	1,4%	1,7%	1,4%	
Otros	1,1%				0,5%	2,1%	0,6%	2,6%		
Guatemala										
Doctorado	16,0%	15,6%	10,3%	14,8%	16,1%	19,2%	19,6%	17,8%	25,2%	30,9%
Maestría	26,8%	32,6%	23,0%	26,0%	29,2%	24,2%	29,8%	28,5%	33,1%	30,1%
Licenciatura o equivalente	57,2%	51,8%	66,7%	59,3%	54,7%	56,6%	50,6%	53,8%	41,7%	39,1%
Terciaria no universitario										
Otros										
México										
Doctorado				47,2%	47,4%	44,5%	44,0%	43,4%	42,3%	41,0%
Maestría				25,2%	25,5%	24,6%	24,5%	24,3%	24,1%	23,8%
Licenciatura o equivalente				22,0%	21,6%	23,0%	23,5%	24,0%	24,8%	25,8%
Terciaria no universitario				5,0%	5,1%	5,4%	5,5%	5,7%	5,9%	6,3%
Otros				0,5%	0,5%	2,5%	2,6%	2,7%	2,9%	3,2%

INDICADOR 17:
INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (PERSONAS FÍSICAS)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Paraguay										
Doctorado				10,7%	11,8%	25,1%	26,5%	28,5%	32,1%	31,9%
Maestría	13,8%			24,8%	25,8%	38,4%	39,3%	36,8%	41,6%	40,0%
Licenciatura o equivalente	46,1%			45,1%	46,2%	34,9%	27,1%	34,7%	25,8%	26,6%
Terciaria no universitario							0,5%		0,5%	
Otros	12,0%			19,4%	16,2%	1,5%	6,7%			1,5%
Perú										
Doctorado				32,7%	31,8%	40,9%	41,9%	44,6%	39,8%	43,1%
Maestría				34,8%	34,3%	30,5%	29,3%	29,6%	30,6%	30,6%
Licenciatura o equivalente				27,4%	26,9%	23,1%	21,8%	20,9%	24,3%	21,9%
Terciaria no universitario				5,0%	6,8%					
Otros				0,1%	0,3%	5,5%	7,1%	4,8%	5,3%	4,5%
Portugal										
Doctorado	31,5%	32,4%	35,8%	38,8%	38,9%	38,3%	39,4%	38,8%	37,9%	36,6%
Maestría	25,2%	27,6%	27,9%	26,0%	27,1%	27,8%	28,6%	29,6%	29,8%	29,8%
Licenciatura o equivalente	43,3%	40,0%	30,7%	30,3%	29,1%	29,8%	27,7%	26,9%	27,4%	28,2%
Terciaria no universitario						0,6%	0,9%	0,9%	1,2%	1,4%
Otros			5,6%	4,9%	5,0%	3,4%	3,4%	3,8%	3,7%	4,0%
Trinidad y Tobago										
Doctorado	25,7%	29,2%	26,4%	29,6%	26,2%	31,2%	40,2%	45,9%	42,6%	43,7%
Maestría	61,2%	55,1%	58,9%	50,1%	62,5%	58,3%	52,0%	47,1%	51,5%	48,0%
Licenciatura o equivalente	13,1%	15,7%	14,7%	20,4%	11,3%	10,6%	7,8%	7,0%	5,9%	8,3%
Terciaria no universitario										
Otros										
Uruguay										
Doctorado	40,5%	43,7%	49,1%	51,7%	55,2%	58,3%	62,3%	67,2%	69,0%	68,1%
Maestría	33,7%	34,6%	34,1%	33,6%	32,0%	29,6%	27,6%	24,1%	22,6%	24,0%
Licenciatura o equivalente	25,6%	21,4%	16,6%	14,4%	12,6%	11,9%	9,8%	8,5%	8,1%	7,7%
Terciaria no universitario										
Otros	0,3%	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%
Venezuela										
Doctorado	37,8%	35,5%	31,7%	31,2%	35,8%	37,9%			39,4%	38,2%
Maestría	30,8%	29,0%	30,2%	31,5%	41,2%	42,8%			47,7%	43,8%
Licenciatura o equivalente	24,5%	28,1%	15,6%	18,7%	9,6%	9,2%			12,1%	15,9%
Terciaria no universitario					1,6%	1,5%			0,7%	1,4%
Otros	6,9%	7,4%	22,4%	18,6%	11,9%	8,7%			0,1%	0,7%

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Investigadores: Incluye Becarios de I+D.

Guatemala: Los datos consignados corresponden únicamente a los investigadores que trabajan en proyectos de I+D del sector público y educación superior.

INDICADOR 18:

PERSONAL DE I+D (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Investigadores	48.786	50.247	50.562	51.461	53.006	54.805	53.184	54.306	54.904	55.902
Técnicos y personal asimilado	11.259	12.826	13.532	13.592	14.046	14.297	15.357	18.052	19.215	17.567
Personal de apoyo	9.150	8.976	10.416	11.363	11.673	11.928	11.468	11.497	11.950	12.182
Brasil										
Investigadores	145.710	157.136	168.563	179.989						
Técnicos y personal asimilado	159.926	172.171	184.416	196.661						
Personal de apoyo										
Canadá										
Investigadores	165.100	161.590	163.170	171.620	170.040	165.840	168.110	173.830		
Técnicos y personal asimilado	53.710	47.840	48.640	48.250	52.440	45.410	46.340	46.680		
Personal de apoyo	21.110	21.800	21.100	26.240	29.480	24.210	23.260	23.940		
Chile										
Investigadores	6.078	6.798	5.893	7.585	8.175	8.985	9.099	9.804	9.671	9.962
Técnicos y personal asimilado	4.630	5.365	4.788	5.571	5.117	5.402	5.606	5.319	5.245	4.928
Personal de apoyo	2.344	2.469	2.547	2.731	1.970	2.238	1.903	1.725	1.506	1.458
Colombia										
Investigadores			2.667	2.738	3.305	4.305	4.305			
Técnicos y personal asimilado										
Personal de apoyo										
Costa Rica										
Investigadores	1.882	1.581	1.684	2.590	2.401	2.574	1.883	1.725		
Técnicos y personal asimilado										
Personal de apoyo										
Ecuador										
Investigadores	2.736	4.351	5.508	6.373						
Técnicos y personal asimilado	1.177	1.292	1.234	1.435						
Personal de apoyo	686	1.329	1.357	1.140						
El Salvador										
Investigadores					400	418	407	457	471	
Técnicos y personal asimilado						89	80	139	167	
Personal de apoyo						6	32	101	100	
España										
Investigadores	130.235	126.778	123.225	122.235	122.437	126.633	133.213	140.120	143.974	145.372
Técnicos y personal asimilado	58.555	58.029	56.822	54.405	55.523	55.458	59.005	61.201	62.680	62.207
Personal de apoyo	26.289	24.025	23.256	23.592	22.906	23.781	23.526	24.376	24.760	24.190
Guatemala										
Investigadores	370	411	271	323	360	366	238	222	254	298
Técnicos y personal asimilado	214	276	360	420	416	442	345	189	182	506
Personal de apoyo	267	233	139	464	483	377	446	188	93	346
Honduras										
Investigadores					204		327			
Técnicos y personal asimilado					91					
Personal de apoyo					6					
México										
Investigadores	39.826	29.094	29.921	31.315	34.282	38.883	39.125	39.189	41.745	44.966
Técnicos y personal asimilado	21.392	16.739	16.345	13.919	14.738	17.305	16.949	16.475	16.734	17.162
Personal de apoyo	12.219	13.017	12.807	7.003	7.997	9.639	9.337	8.937	8.410	7.860
Panamá										
Investigadores	438	142	150							
Técnicos y personal asimilado	169	350	595							
Personal de apoyo	286	300	433							
Paraguay										
Investigadores	317	1.081		1.005	1.222	821	928	972	1.096	926
Técnicos y personal asimilado	79					525	276	322	550	922
Personal de apoyo	100					179	298	209	310	630

INDICADOR 18:
PERSONAL DE I+D (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Portugal										
Investigadores	44.056	42.498	37.813	38.155	38.672	41.349	44.938	47.652	50.166	53.174
Técnicos y personal asimilado	3.592	3.560	7.774	7.389	7.805	7.239	8.026	8.428	9.092	10.273
Personal de apoyo	1.951	1.496	1.124	1.334	1.523	1.818	2.032	2.074	2.196	2.597
Trinidad y Tobago										
Investigadores							716	788	686	894
Técnicos y personal asimilado							385	373	333	406
Personal de apoyo							723	704	590	806
Uruguay										
Investigadores	2.089	2.156	2.176	2.226	2.310	2.389	2.451	2.634	2.713	2.764
Técnicos y personal asimilado										
Personal de apoyo										
Venezuela										
Investigadores	6.720	8.686	10.834	8.192	7.488	8.963			6.762	8.279
Técnicos y personal asimilado									1.959	2.073
Personal de apoyo									553	643
América Latina y el Caribe										
Investigadores	264.769	267.226	281.773	296.461	323.483	353.483	363.015	395.730	401.774	411.396
Técnicos y personal asimilado										
Personal de apoyo										
Iberoamérica										
Investigadores	439.060	436.502	442.812	456.852	484.591	521.466	541.166	583.501	595.914	609.942
Técnicos y personal asimilado										
Personal de apoyo										

121

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

Argentina: Los datos del personal de I+D del sector empresario en los años 2010 y 2012 fueron estimados de acuerdo a la tendencia de empleo del sector.

Estados Unidos: A partir del 2008, la información es tomada de la base de datos de la OCDE.

Guatemala: La información remitida corresponde únicamente al personal de proyectos de I+D del sector público y educación superior.

Portugal: datos estimados para 2004 y 2006. Las cifras de 2009 a 2011 han sido revisadas debido a cambios metodológicos en la contabilización de los investigadores en el sector de la educación superior. En el 2013 se da una ruptura de la serie de datos sobre recursos humanos según tipo de ocupación con respecto a años anteriores.

Esta ruptura se debe a una revisión de las categorías de personal de I+D pasando las categorías de investigador, técnico y otro personal de apoyo a ser definidas según las funciones principales desempeñadas en el ámbito de las actividades de I+D, de acuerdo con los criterios de Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones en lugar de ser definidos exclusivamente por el nivel de calificación académica. Esta revisión se tradujo en un incremento de personas en las categorías de técnicos y otro personal de apoyo de I+D, en detrimento de la de investigadores.

INDICADOR 19:

INVESTIGADORES CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Equivalencia Jornada Completa	2,89	2,95	2,94	2,96	3,04	3,09	2,96	2,94	2,94	3,18
Brasil										
Equivalencia Jornada Completa	1,43	1,53	1,63	1,68						
Canadá										
Equivalencia Jornada Completa	8,87	8,59	8,57	8,97	8,82	8,53	8,62	8,82		
Chile										
Equivalencia Jornada Completa	0,75	0,83	0,71	0,90	0,96	1,04	1,02	1,07	1,04	1,17
Colombia										
Equivalencia Jornada Completa			0,11	0,11	0,14	0,17	0,17			
Costa Rica										
Equivalencia Jornada Completa	0,90	0,72	0,76	1,14	1,07	1,13	0,83	0,79		
Ecuador										
Equivalencia Jornada Completa	0,42	0,65	0,79	0,88						
El Salvador										
Equivalencia Jornada Completa					0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	
España										
Equivalencia Jornada Completa	5,56	5,41	5,31	5,33	5,34	5,55	5,86	6,14	6,25	6,40
Guatemala										
Equivalencia Jornada Completa	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,03	0,03	0,04	
Honduras										
Equivalencia Jornada Completa					0,05		0,08			
México										
Equivalencia Jornada Completa	0,80	0,57	0,58	0,60	0,65	0,72	0,72	0,71	0,73	0,84
Panamá										
Equivalencia Jornada Completa	0,26	0,08	0,08							
Paraguay										
Equivalencia Jornada Completa	0,11	0,33		0,31	0,37	0,24	0,27	0,27	0,30	0,25
Portugal										
Equivalencia Jornada Completa	8,11	8,40	7,56	7,64	7,74	8,27	8,89	9,37	9,81	10,56
Trinidad y Tobago										
Equivalencia Jornada Completa							1,12	1,25	1,09	1,49
Uruguay										
Equivalencia Jornada Completa	1,23	1,28	1,28	1,31	1,38	1,33	1,37	1,47	1,52	1,54
Venezuela										
Equivalencia Jornada Completa	0,50	0,63	0,78	0,58	0,52	0,62			0,31	0,38
América Latina y el Caribe										
Equivalencia Jornada Completa	0,94	0,94	0,98	1,01	1,09	1,19	1,18	1,27	1,27	1,36
Iberoamérica										
Equivalencia Jornada Completa	1,45	1,42	1,43	1,45	1,53	1,64	1,65	1,76	1,77	1,88

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

Investigadores incluye a becarios de I+D.

Guatemala: La información remitida corresponde únicamente al personal de proyectos de I+D del sector público y educación superior.

México: Las variaciones en el número del personal se deben a variaciones en la muestra a la que se le aplica la encuesta.

INDICADOR 20:

INVESTIGADORES POR SEXO (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Femenino	51,3%	51,2%	51,0%	52,1%	51,9%	52,3%	52,9%	52,3%	52,6%	52,9%
Masculino	48,7%	48,9%	49,0%	48,0%	48,1%	47,7%	47,1%	47,7%	47,4%	47,1%
Chile										
Femenino	31,0%	31,7%	34,8%	31,6%	32,9%	33,1%	34,8%	34,2%	35,1%	35,0%
Masculino	69,1%	68,3%	65,2%	68,4%	67,1%	66,9%	65,2%	65,8%	64,9%	65,0%
Colombia										
Femenino			34,4%	35,7%	35,4%	37,7%	37,7%			
Masculino			65,6%	64,3%	64,6%	62,4%	62,4%			
Costa Rica										
Femenino	45,0%	42,8%	46,6%	42,0%	39,2%	40,8%	42,9%	44,6%		
Masculino	55,0%	57,2%	53,4%	58,0%	60,8%	59,2%	57,1%	55,4%		
Ecuador										
Femenino	39,3%	43,7%	42,5%	41,3%						
Masculino	60,7%	56,4%	57,5%	58,7%						
El Salvador										
Femenino					38,8%	35,7%	36,4%	37,2%	36,5%	
Masculino					61,3%	64,4%	63,6%	62,8%	63,5%	
España										
Femenino	38,6%	38,5%	38,8%	38,6%	39,0%	39,1%	38,8%	38,8%	39,9%	39,9%
Masculino	61,4%	61,5%	61,2%	61,4%	61,0%	60,9%	61,2%	61,2%	60,2%	60,1%
Guatemala										
Femenino	40,3%	41,9%	51,7%	53,9%	61,9%	50,0%	52,9%	54,5%	50,4%	46,3%
Masculino	59,7%	58,2%	48,3%	46,1%	38,1%	50,0%	47,1%	45,5%	49,6%	53,7%
Honduras										
Femenino							39,5%	49,1%	49,8%	
Masculino							60,6%	50,9%	50,2%	
Panamá										
Femenino	30,6%	47,2%	49,3%							
Masculino	69,4%	52,8%	50,7%							
Paraguay										
Femenino				48,1%	47,0%	48,7%	48,5%	48,4%	49,5%	50,7%
Masculino				51,9%	53,0%	51,3%	51,6%	51,6%	50,6%	49,4%
Portugal										
Femenino	43,9%	44,5%	44,8%	43,8%	43,4%	42,9%	43,1%	42,9%	42,4%	42,0%
Masculino	56,1%	55,5%	55,3%	56,3%	56,6%	57,1%	56,9%	57,1%	57,6%	58,0%
Trinidad y Tobago										
Femenino							54,6%	55,1%	54,5%	50,3%
Masculino							45,4%	44,9%	45,5%	49,7%
Uruguay										
Femenino	47,3%	47,1%	47,5%	48,3%	48,3%	48,5%	48,9%	48,8%	49,2%	49,8%
Masculino	52,7%	52,9%	52,5%	51,7%	51,7%	51,5%	51,1%	51,2%	50,8%	50,2%
Venezuela										
Femenino				52,1%	61,6%				56,0%	56,1%
Masculino				47,9%	38,4%				44,0%	43,9%

123

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

INDICADOR 21:

INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Gobierno	46,3%	46,2%	46,4%	48,2%	49,6%	49,6%	50,7%	49,2%	48,3%	49,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	6,4%	6,6%	7,1%	6,2%	8,9%	8,4%	9,7%	11,6%	10,9%	10,6%
Educación Superior	46,7%	46,5%	45,9%	45,0%	40,9%	41,6%	39,0%	38,6%	40,2%	39,5%
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%
Brasil										
Gobierno	3,6%	3,5%	3,4%	3,3%						
Empresas (Públicas y Privadas)	27,3%	26,8%	26,4%	26,1%						
Educación Superior	68,2%	68,8%	69,4%	69,9%						
Org. priv. sin fines de lucro	0,9%	0,8%	0,8%	0,7%						
Canadá										
Gobierno	5,7%	5,9%	5,6%	5,4%	4,7%	4,5%	4,7%	4,4%		
Empresas (Públicas y Privadas)	60,0%	58,2%	57,1%	60,1%	60,3%	59,4%	58,9%	59,9%		
Educación Superior	34,0%	35,6%	36,9%	34,1%	34,6%	35,7%	35,9%	35,3%		
Org. priv. sin fines de lucro	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,4%		
Chile										
Gobierno	5,5%	6,0%	12,1%	10,1%	10,6%	14,4%	12,8%	14,1%	12,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)	28,8%	29,8%	24,3%	29,6%	27,4%	29,5%	28,9%	27,9%	27,7%	
Educación Superior	54,2%	52,4%	55,3%	47,5%	49,0%	48,5%	49,7%	49,6%	51,5%	
Org. priv. sin fines de lucro	11,4%	11,8%	8,4%	12,8%	13,1%	7,6%	8,7%	8,4%	8,1%	
Colombia										
Gobierno			0,8%	0,8%	0,9%	1,0%	1,0%			
Empresas (Públicas y Privadas)			1,3%	2,4%	2,6%	2,5%	2,5%			
Educación Superior			97,2%	95,9%	95,6%	95,7%	95,7%			
Org. priv. sin fines de lucro			0,7%	0,9%	0,9%	0,7%	0,7%			
Costa Rica										
Gobierno	45,6%	31,7%	26,5%	32,5%	43,3%	30,7%	25,1%	28,6%		
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior	48,9%	63,7%	71,3%	65,6%	55,8%	67,6%	74,7%	69,7%		
Org. priv. sin fines de lucro	5,5%	4,6%	2,1%	1,9%	1,0%	1,8%	0,2%	1,6%		
Ecuador										
Gobierno	17,9%	27,7%	30,9%	28,1%						
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior	78,9%	70,9%	67,9%	70,9%						
Org. priv. sin fines de lucro	3,2%	1,4%	1,2%	1,1%						
El Salvador										
Gobierno					33,3%	36,1%	26,8%	36,3%	34,2%	
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior					66,8%	63,9%	73,2%	63,7%	65,8%	
Org. priv. sin fines de lucro										
España										
Gobierno	17,6%	17,2%	16,8%	16,5%	16,3%	16,3%	15,7%	15,3%	15,4%	15,5%
Empresas (Públicas y Privadas)	34,5%	35,4%	36,3%	36,6%	36,9%	37,3%	37,2%	38,8%	38,1%	38,0%
Educación Superior	47,8%	47,2%	46,8%	46,8%	46,6%	46,1%	47,0%	45,7%	46,3%	46,2%
Org. priv. sin fines de lucro	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Guatemala										
Gobierno	33,2%	29,0%	40,6%	46,8%	40,3%	42,1%	10,9%	18,9%	39,0%	
Empresas (Públicas y Privadas)								1,4%	3,5%	
Educación Superior	66,8%	71,1%	59,4%	53,3%	59,7%	57,9%	89,1%	79,7%	57,5%	
Org. priv. sin fines de lucro										
Honduras										
Gobierno							9,1%	6,0%	3,4%	
Empresas (Públicas y Privadas)								2,7%	3,4%	
Educación Superior							83,5%	90,4%	92,5%	
Org. priv. sin fines de lucro							7,3%	0,9%	0,8%	
México										
Gobierno	20,8%	24,8%	24,3%	21,6%	19,8%	17,2%	16,5%	15,8%	14,5%	13,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	29,3%	24,7%	24,5%	28,5%	29,5%	37,3%	39,0%	40,8%	43,7%	47,2%
Educación Superior	47,4%	47,6%	48,2%	47,7%	48,7%	43,7%	42,8%	41,9%	40,5%	38,6%
Org. priv. sin fines de lucro	2,6%	2,9%	3,0%	2,2%	2,0%	1,8%	1,7%	1,6%	1,4%	1,2%

INDICADOR 21:
INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Panamá										
Gobierno		79,9%								
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro		20,1%								
Paraguay										
Gobierno			25,3%	24,6%	17,9%	17,9%	17,8%	13,3%	18,8%	
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior			52,4%	51,2%	60,7%	59,6%	57,5%	68,9%	59,7%	
Org. priv. sin fines de lucro			22,3%	24,2%	21,5%	22,5%	24,7%	17,9%	21,5%	
Portugal										
Gobierno	5,8%	4,0%	3,7%	3,8%	3,5%	3,2%	3,3%	3,3%	3,2%	3,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	27,7%	28,1%	26,5%	29,4%	30,5%	32,5%	34,3%	35,1%	38,3%	41,3%
Educación Superior	53,9%	56,1%	68,1%	65,5%	64,8%	63,1%	61,3%	60,5%	57,4%	54,1%
Org. priv. sin fines de lucro	12,7%	11,9%	1,7%	1,4%	1,3%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,5%
Trinidad y Tobago										
Gobierno						22,3%	18,3%	21,0%	12,4%	
Empresas (Públicas y Privadas)						1,1%	1,4%	0,0%	0,0%	
Educación Superior						76,5%	80,3%	79,0%	87,6%	
Org. priv. sin fines de lucro										
Puerto Rico										
Gobierno			4,2%		3,4%					
Empresas (Públicas y Privadas)			94,7%		95,9%					
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro			1,1%		0,7%					
Uruguay										
Gobierno	14,9%	14,7%	14,5%	14,7%	14,8%	14,7%	14,2%	13,9%	13,8%	13,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	1,1%	1,2%	0,9%	0,9%	0,8%	0,7%	0,6%	3,3%	3,3%	3,2%
Educación Superior	72,4%	73,6%	74,9%	75,4%	75,9%	76,3%	77,1%	77,6%	77,1%	76,7%
Org. priv. sin fines de lucro	2,8%	2,9%	3,1%	3,0%	3,1%	3,1%	3,2%	3,2%	3,3%	3,5%
Venezuela										
Gobierno	11,9%	12,8%	18,3%	19,6%	10,3%			8,5%	13,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)	2,0%	4,5%	10,6%	12,3%	15,4%			0,6%	0,5%	
Educación Superior	85,1%	81,8%	71,2%	68,0%	74,3%			90,8%	85,7%	
Org. priv. sin fines de lucro	1,1%	0,9%		0,1%				0,2%	0,2%	
América Latina y el Caribe										
Gobierno	14,8%	14,7%	14,7%	14,4%	13,8%	12,4%	11,8%	10,9%	10,6%	10,8%
Empresas (Públicas y Privadas)	23,3%	22,2%	22,1%	22,4%	23,0%	24,1%	24,6%	25,0%	25,1%	25,6%
Educación Superior	60,4%	61,6%	62,0%	61,9%	61,8%	62,4%	62,5%	63,1%	63,3%	62,6%
Org. priv. sin fines de lucro	1,5%	1,4%	1,3%	1,3%	1,3%	1,1%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%
Iberoamérica										
Gobierno	14,7%	14,4%	14,3%	14,1%	13,6%	12,6%	12,0%	11,3%	11,1%	11,2%
Empresas (Públicas y Privadas)	27,0%	26,6%	26,3%	26,7%	27,1%	27,7%	28,2%	28,8%	29,0%	29,6%
Educación Superior	56,0%	57,0%	58,4%	58,2%	58,3%	58,8%	58,9%	59,1%	59,0%	58,2%
Org. priv. sin fines de lucro	2,2%	2,1%	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%

125

Notas:

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Los valores corresponden a investigadores y becarios de I+D.

INDICADOR 22:

INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Chile										
Cs. Naturales y Exactas	26,1%	26,4%	22,6%	29,1%	27,4%	29,0%	30,2%	33,4%		
Ingeniería y Tecnología	32,0%	32,4%	33,1%	34,9%	33,0%	33,6%	32,5%	31,3%		
Ciencias Médicas	11,0%	11,1%	12,7%	10,3%	9,5%	8,6%	8,9%	9,7%		
Ciencias Agrícolas	14,9%	14,3%	12,7%	10,3%	12,9%	10,2%	11,2%	10,0%		
Ciencias Sociales	11,5%	11,0%	14,8%	11,9%	13,8%	14,1%	14,0%	12,6%		
Humanidades	4,6%	4,9%	4,2%	3,5%	3,4%	4,5%	3,4%	3,1%		
Colombia										
Cs. Naturales y Exactas			25,8%	27,5%	26,1%	22,8%	22,8%			
Ingeniería y Tecnología			17,0%	18,8%	18,9%	19,5%	19,5%			
Ciencias Médicas			11,2%	17,2%	16,3%	15,8%	15,8%			
Ciencias Agrícolas			5,4%	5,3%	5,2%	4,8%	4,8%			
Ciencias Sociales			31,1%	24,9%	26,8%	29,5%	29,5%			
Humanidades			9,5%	6,3%	6,8%	7,6%	7,6%			
Ecuador										
Cs. Naturales y Exactas	17,1%	22,5%	21,8%	18,7%						
Ingeniería y Tecnología	19,8%	17,2%	18,7%	20,3%						
Ciencias Médicas	10,8%	12,4%	11,5%	10,7%						
Ciencias Agrícolas	12,0%	10,4%	9,7%	8,9%						
Ciencias Sociales	33,3%	32,0%	32,2%	34,1%						
Humanidades	7,1%	5,6%	6,2%	7,3%						
El Salvador										
Cs. Naturales y Exactas					11,8%	8,9%	18,0%	18,2%	17,7%	
Ingeniería y Tecnología					14,0%	10,5%	14,0%	12,5%	13,3%	
Ciencias Médicas					13,5%	14,3%	8,7%	12,9%	16,5%	
Ciencias Agrícolas					25,8%	24,4%	13,7%	16,2%	16,4%	
Ciencias Sociales					28,0%	33,5%	36,2%	31,3%	27,5%	
Humanidades					7,0%	8,5%	9,4%	9,0%	8,7%	
Guatemala										
Cs. Naturales y Exactas	19,7%	19,0%	30,3%	10,5%	10,0%	15,0%	16,4%	24,3%	20,1%	
Ingeniería y Tecnología	9,2%	11,4%	16,2%	22,0%	18,6%	21,0%	9,7%	13,1%	12,2%	
Ciencias Médicas	8,1%	19,2%	21,8%	46,8%	51,4%	39,6%	46,6%	35,1%	15,4%	
Ciencias Agrícolas	26,2%	20,2%	19,2%	15,2%	15,3%	16,7%	15,6%	10,4%	21,7%	
Ciencias Sociales	27,6%	20,9%	8,9%	4,6%	1,9%	6,8%	10,5%	9,5%	22,1%	
Humanidades	9,2%	9,3%	3,7%	0,9%	2,8%	0,8%	1,3%	7,7%	8,7%	
Honduras										
Cs. Naturales y Exactas							20,5%	14,6%	14,8%	
Ingeniería y Tecnología							12,5%	1,5%	1,0%	
Ciencias Médicas							17,3%	26,5%	31,6%	
Ciencias Agrícolas							25,0%	9,7%	10,8%	
Ciencias Sociales							18,6%	40,6%	37,8%	
Humanidades							6,1%	7,1%	3,9%	
Paraguay										
Cs. Naturales y Exactas						18,8%	17,7%	21,6%	16,9%	15,2%
Ingeniería y Tecnología						17,3%	16,7%	15,1%	16,3%	17,4%
Ciencias Médicas						17,7%	18,7%	18,3%	18,7%	22,1%
Ciencias Agrícolas						23,4%	21,3%	18,6%	22,0%	19,1%
Ciencias Sociales						20,5%	23,2%	23,5%	22,0%	22,1%
Humanidades						2,3%	2,3%	3,0%	4,1%	4,0%
Portugal										
Cs. Naturales y Exactas	26,1%	27,3%	26,4%	25,6%	24,6%	24,9%	24,8%	25,4%	25,2%	25,4%
Ingeniería y Tecnología	33,0%	33,1%	33,5%	35,3%	35,9%	36,6%	37,6%	38,0%	39,4%	40,8%
Ciencias Médicas	12,6%	12,4%	11,6%	11,6%	12,3%	12,3%	12,0%	11,4%	11,2%	10,7%
Ciencias Agrícolas	4,3%	2,9%	2,9%	3,0%	2,8%	2,8%	2,9%	3,1%	3,1%	3,3%
Ciencias Sociales	15,4%	15,2%	15,5%	14,5%	14,6%	13,9%	13,5%	13,1%	12,6%	11,9%
Humanidades	8,6%	9,1%	10,2%	10,0%	9,8%	9,5%	9,1%	9,0%	8,4%	7,9%
Trinidad y Tobago										
Cs. Naturales y Exactas							33,8%	38,2%	40,3%	45,9%
Ingeniería y Tecnología							14,4%	17,4%	20,1%	8,1%
Ciencias Médicas							0,6%	0,7%	2,8%	1,8%
Ciencias Agrícolas							32,5%	22,9%	18,1%	26,1%
Ciencias Sociales							13,8%	18,8%	18,8%	18,0%
Humanidades							5,0%	2,1%	0,0%	0,0%
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020

INDICADOR 22:
INVESTIGADORES POR DISCIPLINA CIENTÍFICA (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Uruguay										
Cs. Naturales y Exactas	31,4%	31,3%	32,1%	32,3%	32,7%	32,6%	33,6%	32,2%	31,3%	32,5%
Ingeniería y Tecnología	11,0%	10,5%	10,8%	10,9%	11,1%	10,9%	10,7%	10,3%	10,7%	10,5%
Ciencias Médicas	11,0%	11,5%	11,3%	10,8%	10,7%	11,3%	11,2%	11,1%	11,1%	11,1%
Ciencias Agrícolas	15,9%	15,4%	15,2%	15,5%	15,0%	14,6%	14,0%	13,9%	14,5%	13,6%
Ciencias Sociales	21,7%	22,1%	21,9%	21,9%	22,0%	22,1%	21,8%	21,3%	21,6%	21,1%
Humanidades	7,9%	8,3%	8,6%	8,5%	8,4%	8,3%	8,3%	8,2%	8,1%	8,3%
Venezuela										
Cs. Naturales y Exactas									18,4%	19,8%
Ingeniería y Tecnología									14,2%	16,6%
Ciencias Médicas									6,7%	7,2%
Ciencias Agrícolas									15,6%	14,2%
Ciencias Sociales									27,8%	26,2%
Humanidades									17,5%	16,1%

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

INDICADOR 23:

INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Doctorado							37,8%	37,7%	39,3%	38,5%
Maestría							9,7%	9,4%	10,1%	9,9%
Licenciatura o equivalente							46,5%	46,2%	45,7%	49,6%
Terciaria no universitario										
Otros							6,1%	6,7%	4,9%	2,0%
Brasil										
Doctorado	33,4%	33,9%	34,3%	34,7%						
Maestría	40,3%	40,7%	41,1%	41,4%						
Licenciatura o equivalente	23,3%	22,3%	21,4%	20,7%						
Terciaria no universitario										
Otros	3,0%	3,1%	3,2%	3,3%						
Chile										
Doctorado						37,8%	40,9%	41,3%		
Maestría						18,2%	16,6%	14,8%		
Licenciatura o equivalente						38,1%	37,2%	36,4%		
Terciaria no universitario						5,0%	2,5%	3,5%		
Otros						1,0%	3,0%	4,1%		
Colombia										
Doctorado			78,2%	67,7%	52,7%	69,1%	69,1%			
Maestría			19,8%	28,5%	38,2%	27,2%	27,2%			
Licenciatura o equivalente			2,0%	3,8%	9,1%	3,6%	3,6%			
Terciaria no universitario										
Otros										
El Salvador										
Doctorado					9,6%	8,8%	9,2%	10,3%	9,7%	
Maestría					31,2%	33,0%	38,0%	34,4%	33,3%	
Licenciatura o equivalente					58,0%	56,5%	50,1%	52,5%	55,9%	
Terciaria no universitario					0,7%	0,4%	1,2%	1,3%	1,2%	
Otros					0,5%	1,3%	1,5%	1,5%		
Guatemala										
Doctorado	15,1%	13,1%	10,7%	15,8%	20,6%	21,0%	24,4%	20,7%	28,0%	
Maestría	27,0%	30,7%	19,6%	22,9%	27,8%	23,8%	32,8%	27,0%	34,7%	
Licenciatura o equivalente	57,8%	56,2%	69,7%	61,3%	51,7%	55,2%	42,9%	52,3%	37,4%	
Terciaria no universitario										
Otros										
Paraguay										
Doctorado						27,3%	29,2%	31,8%	36,9%	34,8%
Maestría						38,0%	39,3%	36,4%	40,9%	38,3%
Licenciatura o equivalente						33,9%	23,7%	31,7%	21,8%	25,7%
Terciaria no universitario							0,3%		0,5%	
Otros						0,8%	7,4%			1,2%
Portugal										
Doctorado	30,0%	30,7%	35,6%	38,6%	38,4%	37,4%	37,0%	35,5%	35,0%	34,0%
Maestría	27,6%	31,0%	32,6%	29,8%	31,7%	32,5%	33,4%	35,1%	34,9%	35,0%
Licenciatura o equivalente	42,4%	38,3%	28,1%	27,6%	26,0%	26,4%	25,5%	25,1%	25,8%	26,3%
Terciaria no universitario						0,7%	1,0%	1,0%	1,2%	1,3%
Otros			3,7%	4,0%	3,9%	3,0%	3,1%	3,4%	3,1%	3,4%
Trinidad y Tobago										
Doctorado							36,0%	44,5%	41,3%	48,8%
Maestría							52,9%	48,1%	50,3%	42,8%
Licenciatura o equivalente							11,0%	7,4%	8,5%	8,4%
Terciaria no universitario										
Otros										

INDICADOR 23:

INVESTIGADORES POR NIVEL DE FORMACIÓN (EQUIVALENCIA JORNADA COMPLETA)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Uruguay										
Doctorado	45,4%	48,1%	52,7%	55,8%	59,3%	61,9%	65,8%	71,4%	72,6%	73,0%
Maestría	29,4%	29,7%	28,8%	27,9%	26,4%	24,3%	22,3%	20,2%	19,0%	19,4%
Licenciatura o equivalente	19,3%	16,5%	13,7%	11,9%	10,7%	10,2%	8,8%	8,0%	7,7%	7,2%
Terciaria no universitario	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%
Venezuela										
Doctorado									41,2%	41,6%
Maestría									46,3%	43,7%
Licenciatura o equivalente									11,7%	13,3%
Terciaria no universitario									0,8%	0,9%
Otros									0,1%	0,4%

2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020

Notas:

EJC: Equivalente a Jornada Completa.

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores.

Los valores corresponden a investigadores y becarios de I+D.

INDICADOR 24:

GASTO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	millones de dólares internacionales (PPC)									
Argentina										
ACT	4.885,00	5.553,48	5.600,63	5.426,56	5.736,52	5.320,67	6.402,88	5.800,87	4.976,24	4.898,39
Brasil										
ACT	46.329,28	47.600,86	50.341,74	53.310,50	52.161,81	45.483,24	41.552,35	44.506,29	46.765,32	43.070,18
Colombia										
ACT	1.894,66	1.955,32	2.334,37	3.051,09	3.590,27	2.808,33	2.797,47	3.674,65	3.000,99	2.455,53
Costa Rica										
ACT	1.061,45	1.269,78	1.381,40	1.917,50	1.635,22	1.884,66	2.285,87	2.739,86		
Cuba										
ACT	312,70	428,20	610,30	559,20	622,40	781,80	695,20	890,40	699,14	968,99
Ecuador										
ACT	591,60	669,51	957,92	1.053,31						
El Salvador										
ACT	446,45	493,15	547,28	564,00	1.033,65	1.028,19	1.146,66	961,58	1.035,70	
Honduras										
ACT					10,35		57,93	89,31	103,64	
México										
ACT	14.003,15	14.538,48	15.469,54	15.107,12	15.619,29	16.048,90	15.439,70	15.093,63	14.829,64	15.559,56
Panamá										
ACT	289,47	177,93	231,58	583,19	773,06	854,19	942,77			
Paraguay										
ACT	167,29	172,81	176,07	180,88	209,45	527,78	800,23	1.081,37	576,48	540,91
Trinidad y Tobago										
ACT	45,93	46,52	52,05	78,96	93,53	81,84	82,82	83,78	64,81	70,61
Uruguay										
ACT	136,80	127,27	119,76	114,33	109,48	106,41	105,24	108,08	104,43	96,98
Venezuela										
ACT	1.717,23	2.876,88	3.664,59	3.946,03	5.439,51	8.545,37				
América Latina y el Caribe										
ACT	74.618,21	78.648,13	84.414,27	88.940,89	90.272,32	87.003,53	83.101,79	85.905,00	82.914,23	79.038,37

130

Notas:

ACT: Actividades Científicas y Tecnológicas.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

Argentina: Durante los años 2010 a 2013 el cálculo del gasto en ACT a nivel nacional sólo tiene en cuenta la inversión de I+D del sector empresarial. Además, el gasto en I+D del sector de empresas de los años 2010 y 2012 corresponde a valores estimados.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

El Salvador: La información consignada corresponde al gasto realizado por el sector de Educación Superior hasta el año 2012. El dato del año 2013 incluye también el gasto en ciencia y tecnología del sector gobierno.

Guatemala: Los datos corresponden a la inversión realizada por el sector académico y el Estado. No se incluye la inversión del sector privado.

Perú: Los valores de 2011 a 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

Uruguay: A partir del 2013 se produce un cambio en la metodología de cálculo del gasto nacional en actividades de Ciencia y Tecnología, considerando nuevos criterios para el cálculo del gasto privado (tanto para el 2013 como para estimaciones de años anteriores).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 25:

GASTO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS EN RELACIÓN AL PBI

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
ACT	0,61%	0,68%	0,66%	0,65%	0,66%	0,60%	0,62%	0,56%	0,47%	0,52%
Brasil										
ACT	1,56%	1,59%	1,61%	1,67%	1,73%	1,55%	1,38%	1,44%	1,47%	1,37%
Colombia										
ACT	0,36%	0,35%	0,39%	0,49%	0,57%	0,42%	0,40%	0,49%	0,38%	0,32%
Costa Rica										
ACT	1,77%	1,98%	2,01%	2,58%	2,03%	2,08%	2,38%	2,67%		
Cuba										
ACT	0,45%	0,59%	0,79%	0,69%	0,71%	0,86%	0,72%	0,89%	0,68%	0,90%
Ecuador										
ACT	0,39%	0,42%	0,55%	0,56%	0,56%					
El Salvador										
ACT	1,11%	1,21%	1,27%	1,24%	2,15%	2,01%	2,12%	1,69%	1,75%	
Honduras										
ACT					0,02%		0,11%	0,16%	0,18%	
México										
ACT	0,73%	0,72%	0,75%	0,70%	0,70%	0,67%	0,63%	0,59%	0,57%	0,64%
Panamá										
ACT	0,46%	0,26%	0,29%	0,66%	0,77%	0,76%	0,75%			
Paraguay										
ACT	0,26%	0,27%	0,25%	0,24%	0,27%	0,65%	0,93%	1,18%	0,62%	0,58%
Trinidad y Tobago										
ACT	0,12%	0,11%	0,12%	0,13%	0,20%	0,25%	0,23%	0,23%	0,21%	
Uruguay										
ACT	0,23%	0,19%	0,17%	0,15%	0,15%	0,14%	0,13%	0,13%	0,13%	0,12%
Venezuela										
ACT	0,34%	0,53%	0,67%	0,73%	0,95%	1,75%				
América Latina y el Caribe										
ACT	0,97%	0,99%	1,02%	1,04%	1,06%	1,00%	0,93%	0,93%	0,88%	0,88%

131

Notas:

ACT: Actividades Científicas y Tecnológicas.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

Argentina: Durante los años 2009 a 2013 el cálculo del gasto en ACT a nivel nacional sólo tiene en cuenta la inversión de I+D del sector empresarial. Además, el gasto en I+D del sector de empresas de los años 2010 y 2012 corresponde a valores estimados.

Bolivia: La información remitida para el año 2009 corresponde a una respuesta del 30% de las instituciones encuestadas.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

El Salvador: La información consignada corresponde al gasto realizado por el sector de Educación Superior hasta el año 2012. El dato del año 2013 incluye también el gasto en ciencia y tecnología del sector gobierno.

Guatemala: Los datos corresponden a la inversión realizada por el sector académico y el Estado. No se incluye la inversión del sector privado.

Perú: Los valores de 2011 a 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

Uruguay: A partir del 2013 se produce un cambio en la metodología de cálculo del gasto nacional en actividades de Ciencia y Tecnología, considerando nuevos criterios para el cálculo del gasto privado (tanto para el 2013 como para estimaciones de años anteriores).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 26:

GASTO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS POR HABITANTE

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	dólares internacionales (PPC)									
Argentina										
ACT	120,41	133,07	132,71	127,18	133,00	122,06	145,39	130,37	110,73	107,95
Brasil										
ACT	235,65	240,03	251,70	264,28	256,35	221,70	200,93	213,46	222,54	202,63
Colombia										
ACT	41,15	41,98	49,54	64,02	74,49	57,61	56,76	76,16	60,76	48,75
Costa Rica										
ACT	230,75	271,90	292,05	403,68	338,55	385,41	461,79	547,97		
Cuba										
ACT	27,92	38,23	54,49	49,93	55,57	69,80	62,07	79,43	62,48	86,67
Ecuador										
ACT	38,74	43,14	60,73	65,72						
El Salvador										
ACT	74,41	79,54	86,87	88,13	159,02	157,70	174,26	144,82	154,58	
Honduras										
ACT					1,21		6,53	9,91	11,33	
México										
ACT	121,38	124,32	130,60	125,96	128,71	130,78	124,47	120,43	117,16	121,75
Panamá										
ACT	77,39	46,82	59,93	149,42	194,77	211,75	230,06			
Paraguay										
ACT	26,30	27,04	27,13	27,49	31,35	77,84	116,48	155,15	81,54	75,44
Trinidad y Tobago										
ACT	34,58	34,85	38,85	58,71	69,33	60,62	60,89	61,60	47,66	51,54
Uruguay										
ACT	136,80	127,27	119,76	114,33	109,48	106,41	105,24	108,08	104,43	96,98
Venezuela										
ACT	58,65	96,06	120,51	128,58	174,62	273,45				
América Latina y el Caribe										
ACT	125,80	130,91	138,94	144,93	145,51	138,90	131,41	134,82	128,74	121,29

Notas:

ACT: Actividades Científicas y Tecnológicas.

I+D: Investigación y Desarrollo Experimental.

Argentina: Durante los años 2009 a 2013 el cálculo del gasto en ACT a nivel nacional sólo tiene en cuenta la inversión de I+D del sector empresarial. Además, el gasto en I+D del sector de empresas de los años 2010 y 2012 corresponde a valores estimados.

Bolivia: La información remitida para el año 2009 corresponde a una respuesta del 30% de las instituciones encuestadas.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

El Salvador: La información consignada corresponde al gasto realizado por el sector de Educación Superior hasta el año 2012. El dato del año 2013 incluye también el gasto en ciencia y tecnología del sector gobierno.

Guatemala: Los datos corresponden a la inversión realizada por el sector académico y el Estado. No se incluye la inversión del sector privado.

Perú: Los valores de 2011 a 2013 corresponden a la ejecución del gasto del Programa de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía y Finanzas).

Uruguay: A partir del 2013 se produce un cambio en la metodología de cálculo del gasto nacional en actividades de Ciencia y Tecnología, considerando nuevos criterios para el cálculo del gasto privado (tanto para el 2013 como para estimaciones de años anteriores).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 27:

GASTO EN ACT POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil										
Gobierno	51,9%	52,4%	55,9%	52,5%	53,2%	57,0%	61,1%	57,6%	52,4%	57,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	46,8%	46,2%	42,6%	45,8%	45,1%	40,9%	36,5%	40,0%	45,2%	39,7%
Educación Superior	1,4%	1,4%	1,5%	1,7%	1,7%	2,1%	2,5%	2,4%	2,4%	2,5%
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero										
Colombia										
Gobierno	57,5%	60,2%	49,7%	42,5%	39,9%	36,5%	37,9%	40,9%	33,5%	
Empresas (Públicas y Privadas)	25,7%	24,0%	33,3%	42,3%	45,0%	48,6%	46,0%	41,8%	49,3%	
Educación Superior	14,6%	13,7%	14,6%	13,3%	11,5%	11,5%	12,6%	14,4%	13,4%	
Org. priv. sin fines de lucro	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,5%	0,4%	0,3%	
Extranjero	2,2%	2,1%	2,2%	1,7%	3,4%	3,3%	3,1%	2,5%	3,5%	
Costa Rica										
Gobierno	86,7%	83,3%	91,7%	96,5%	91,1%	95,2%	91,8%	95,1%		
Empresas (Públicas y Privadas)	10,0%	5,4%	4,7%	2,4%	4,3%	2,9%	4,6%	1,8%		
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%	7,7%	0,3%	0,3%	2,2%	0,1%	0,2%	0,0%		
Extranjero	2,9%	3,5%	3,3%	0,8%	2,4%	1,8%	3,4%	3,1%		
Cuba										
Gobierno	80,0%	73,4%	66,1%	60,0%	55,0%	63,0%	66,0%	57,2%	54,0%	72,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	15,0%	22,8%	23,3%	30,0%	40,0%	35,0%	33,0%	41,8%	39,1%	21,4%
Educación Superior										
Org. priv. sin fines de lucro										
Extranjero	5,0%	3,9%	10,7%	10,0%	5,0%	2,0%	1,0%	1,0%	6,9%	6,7%
Ecuador										
Gobierno	70,8%	71,7%	78,8%	75,7%						
Empresas (Públicas y Privadas)	0,8%	0,1%	0,0%	0,1%						
Educación Superior	19,3%	23,6%	17,9%	20,0%						
Org. priv. sin fines de lucro	0,9%	0,7%	0,3%	0,3%						
Extranjero	8,2%	4,0%	3,0%	4,0%						
El Salvador										
Gobierno	20,3%	23,3%	40,1%	37,0%	39,5%	40,9%	41,0%	27,0%	8,6%	
Empresas (Públicas y Privadas)	1,1%	0,5%	0,7%	3,5%	2,9%	2,9%	5,5%	8,5%	49,3%	
Educación Superior	64,5%	66,9%	58,1%	58,1%	45,2%	50,5%	52,8%	63,3%	40,7%	
Org. priv. sin fines de lucro	1,4%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,4%	0,4%	
Extranjero	12,8%	9,0%	1,1%	1,3%	12,3%	5,8%	0,7%	0,9%	1,0%	
Honduras										
Gobierno					65,1%		40,3%	27,3%	43,7%	
Empresas (Públicas y Privadas)							9,0%	42,8%	3,5%	
Educación Superior					34,3%		30,7%	18,5%	35,5%	
Org. priv. sin fines de lucro							9,0%	8,0%	10,1%	
Extranjero					0,6%		11,0%	3,4%	7,2%	
México										
Gobierno	55,9%	56,0%	56,5%	69,1%	65,7%	62,4%	63,1%	63,9%	63,9%	66,4%
Empresas (Públicas y Privadas)	37,8%	35,6%	33,0%	25,2%	25,3%	25,4%	24,9%	24,3%	24,4%	22,8%
Educación Superior	3,3%	5,5%	7,6%	2,5%	2,4%	2,6%	2,6%	2,6%	2,5%	2,2%
Org. priv. sin fines de lucro	2,6%	2,7%	2,6%	2,9%	6,2%	9,3%	9,0%	8,8%	8,7%	8,0%
Extranjero	0,4%	0,2%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%
Panamá										
Gobierno	77,0%	64,9%	57,7%							
Empresas (Públicas y Privadas)	8,5%	8,7%	17,4%							
Educación Superior	2,4%	18,7%	15,1%							
Org. priv. sin fines de lucro	3,5%	7,2%	0,0%							
Extranjero	8,7%	0,5%	9,8%							
Paraguay										
Gobierno	52,7%			53,6%	53,2%	75,4%	65,8%	65,6%	47,0%	68,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	1,7%			1,3%	1,2%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Educación Superior	38,7%			31,2%	35,2%	17,5%	29,1%	27,9%	45,8%	25,4%
Org. priv. sin fines de lucro	0,8%			3,6%	3,7%	1,1%	0,8%	1,9%	3,2%	2,8%
Extranjero	6,2%			10,2%	6,7%	5,9%	4,3%	4,5%	3,9%	3,3%

INDICADOR 27:

GASTO EN ACT POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Trinidad y Tobago										
Gobierno							79,1%	66,9%		93,7%
Empresas (Públicas y Privadas)							6,4%	13,2%		1,5%
Educación Superior							0,0%	0,0%		0,0%
Org. priv. sin fines de lucro							0,0%	0,0%		0,0%
Extranjero							14,4%	19,9%		4,8%
Uruguay										
Gobierno	34,0%	47,3%	52,7%	39,4%	45,5%	41,1%	40,9%	41,1%	41,1%	40,7%
Empresas (Públicas y Privadas)	29,9%	11,5%	9,4%	9,0%	5,3%	5,7%	5,7%	5,1%	6,0%	6,0%
Educación Superior	28,4%	31,1%	30,6%	44,4%	42,3%	46,3%	46,0%	46,3%	45,4%	45,8%
Org. priv. sin fines de lucro	0,4%	0,7%	0,5%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Extranjero	7,3%	9,4%	6,8%	6,9%	6,6%	6,8%	7,1%	7,2%	7,2%	7,1%
América Latina y el Caribe										
Gobierno	54,6%	56,4%	56,5%	57,9%	56,5%	58,3%	60,9%	58,7%	54,6%	59,1%
Empresas (Públicas y Privadas)	40,6%	38,9%	38,0%	37,4%	37,6%	34,4%	30,9%	33,1%	37,5%	33,0%
Educación Superior	3,4%	3,4%	4,2%	3,5%	3,6%	4,1%	4,8%	4,9%	4,5%	4,4%
Org. priv. sin fines de lucro	0,6%	0,7%	0,5%	0,6%	1,3%	2,0%	2,0%	1,9%	1,8%	1,8%
Extranjero	0,9%	0,8%	0,7%	0,7%	1,1%	1,2%	1,4%	1,4%	1,6%	1,7%

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en ACT.

ACT: Actividades Científicas y Tecnológicas.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Paraguay: Los datos de 2012 no son comparables a años anteriores debido a un cambio en la clasificación sectorial. El ítem "Educación Superior" incluye sólo a las universidades privadas mientras que las universidades públicas se encuentran clasificadas en el sector "Gobierno".

Uruguay: A partir del 2013 se produce un cambio en la metodología de cálculo del gasto nacional en actividades de Ciencia y Tecnología, considerando nuevos criterios para el cálculo del gasto privado (tanto para el 2013 como para estimaciones de años anteriores).

INDICADOR 28:

GASTO EN ACT POR SECTOR DE EJECUCIÓN

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Gobierno	44,1%	46,4%	47,6%	50,6%	52,6%	49,7%	49,9%	44,7%	37,8%	37,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	25,7%	23,9%	22,9%	19,4%	21,2%	23,9%	24,5%	28,1%	36,2%	37,8%
Educación Superior	29,2%	28,6%	28,4%	29,1%	25,4%	25,7%	24,7%	26,0%	24,9%	23,7%
Org. priv. sin fines de lucro	1,1%	1,1%	1,1%	0,9%	0,9%	0,7%	1,0%	1,2%	1,1%	1,1%
Colombia										
Gobierno	26,5%	22,3%	24,6%	23,5%	20,1%	23,6%	31,0%	23,7%	24,0%	22,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	15,4%	20,9%	17,4%	28,4%	32,0%	25,7%	20,8%	23,1%	17,2%	23,1%
Educación Superior	50,6%	50,7%	52,2%	42,3%	42,7%	45,9%	44,2%	50,0%	53,0%	48,0%
Org. priv. sin fines de lucro	7,6%	6,1%	5,9%	5,9%	5,2%	4,8%	4,0%	3,2%	5,8%	7,0%
Costa Rica										
Gobierno	28,1%	21,5%	25,9%	26,6%	32,3%	32,5%	30,6%	40,6%		
Empresas (Públicas y Privadas)	4,3%	9,1%	8,8%	8,2%	5,9%	7,2%	6,4%	5,4%		
Educación Superior	65,8%	67,9%	63,9%	64,8%	61,5%	60,1%	63,0%	53,4%		
Org. priv. sin fines de lucro	1,8%	1,5%	1,4%	0,5%	0,3%	0,3%	0,1%	0,6%		
Ecuador										
Gobierno	31,5%	34,2%	47,6%	45,2%						
Empresas (Públicas y Privadas)	50,2%	45,4%	34,1%	33,2%						
Educación Superior	15,4%	18,8%	16,9%	20,3%						
Org. priv. sin fines de lucro	2,9%	1,6%	1,5%	1,2%						
El Salvador										
Gobierno			4,9%	5,6%	34,3%	37,3%	38,6%	22,1%	22,2%	
Empresas (Públicas y Privadas)					2,8%	2,9%	2,6%	3,2%	3,0%	
Educación Superior			95,1%	94,4%	62,9%	59,9%	58,7%	74,7%	74,9%	
Org. priv. sin fines de lucro										
Honduras										
Gobierno								48,1%	42,4%	34,6%
Empresas (Públicas y Privadas)								4,8%	0,3%	2,9%
Educación Superior								33,0%	42,4%	51,1%
Org. priv. sin fines de lucro								14,0%	15,0%	11,4%
México										
Gobierno	78,9%									
Empresas (Públicas y Privadas)	1,2%									
Educación Superior	19,9%									
Org. priv. sin fines de lucro										
Panamá										
Gobierno	79,2%	76,3%	75,7%							
Empresas (Públicas y Privadas)	2,0%	3,3%	2,6%							
Educación Superior	6,6%	7,5%	7,5%							
Org. priv. sin fines de lucro	12,1%	12,9%	14,2%							
Paraguay										
Gobierno	20,2%	19,0%	24,7%	30,0%	27,9%	15,0%	16,7%	16,9%	15,2%	42,3%
Empresas (Públicas y Privadas)	1,0%									
Educación Superior	59,0%	76,5%	65,8%	56,0%	58,0%	76,8%	76,3%	77,4%	77,0%	50,2%
Org. priv. sin fines de lucro	19,8%	4,4%	9,4%	14,0%	14,2%	8,2%	7,0%	5,8%	7,8%	7,5%
Trinidad y Tobago										
Gobierno	85,6%	86,0%	84,0%	89,0%	92,5%	90,9%	91,8%	90,3%	100,0%	98,3%
Empresas (Públicas y Privadas)							6,4%	8,0%		
Educación Superior	14,4%	14,0%	16,0%	11,0%	7,5%	9,1%	1,7%	1,7%		1,7%
Org. priv. sin fines de lucro										
Uruguay										
Gobierno	57,0%	50,2%	58,2%	47,9%	50,2%	47,1%	40,6%	45,8%	40,8%	35,4%
Empresas (Públicas y Privadas)	10,8%	13,9%	9,3%	5,5%	5,2%	5,6%	27,9%	28,9%	28,1%	31,5%
Educación Superior	28,4%	31,1%	30,5%	45,0%	42,9%	46,2%	30,6%	24,7%	30,8%	32,9%
Org. priv. sin fines de lucro	3,8%	4,8%	2,0%	1,6%	1,5%	1,0%	0,8%	0,6%	0,8%	0,2%

INDICADOR 28:

GASTO EN ACT POR SECTOR DE EJECUCIÓN

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
América Latina y el Caribe										
Gobierno	24,1%	23,7%	24,4%	24,9%	22,9%	23,2%	22,7%	23,6%	22,9%	22,4%
Empresas (Públicas y Privadas)	32,6%	32,5%	31,4%	31,1%	29,8%	29,7%	30,2%	29,5%	29,6%	30,3%
Educación Superior	42,6%	43,0%	43,5%	43,4%	46,7%	46,4%	46,5%	46,2%	46,8%	46,6%
Org. priv. sin fines de lucro	0,7%	0,8%	0,7%	0,7%	0,6%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

El porcentaje de cada categoría es calculado en relación a la suma de los valores consignados. Dicho total no coincide necesariamente al informado para la inversión total en ACT.

ACT: Actividades Científicas y Tecnológicas.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Argentina: La Inversión en I+D del sector empresarial de los años 2010 y 2012 es un dato estimado.

Uruguay: A partir del 2013 se produce un cambio en la metodología de cálculo del gasto nacional en actividades de Ciencia y Tecnología, considerando nuevos criterios para el cálculo del gasto privado (tanto para el 2013 como para estimaciones de años anteriores).

INDICADOR 29: GASTO EN ACT POR TIPO DE ACT

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil										
Investigación y Desarrollo (I+D)	73,2%	71,0%	74,4%	75,9%	79,2%	83,1%	81,2%	82,5%	83,9%	85,4%
Enseñanza y la formación científica y técnica (EFCT)										
Servicios científicos y tecnológicos (SCT)	26,8%	29,0%	25,6%	24,1%	20,8%	16,9%	18,8%	17,5%	16,1%	14,6%
Colombia										
Investigación y Desarrollo (I+D)	61,7%	67,0%	68,6%	63,9%	64,1%	61,0%	58,5%	54,9%	54,5%	60,6%
Enseñanza y la formación científica y técnica (EFCT)	12,5%	10,0%	8,6%	9,2%	10,5%	14,2%	18,6%	9,7%	10,8%	8,7%
Servicios científicos y tecnológicos (SCT)	25,8%	23,1%	22,8%	27,0%	25,3%	24,8%	22,9%	35,4%	34,7%	30,7%
Costa Rica										
Investigación y Desarrollo (I+D)					22,1%	22,0%	18,8%	14,5%		
Enseñanza y la formación científica y técnica (EFCT)					39,6%	39,1%	40,2%	35,0%		
Servicios científicos y tecnológicos (SCT)					38,3%	38,9%	41,0%	50,5%		
El Salvador										
Investigación y Desarrollo (I+D)			5,0%	7,6%	6,7%	7,2%	8,5%	9,7%	10,0%	
Enseñanza y la formación científica y técnica (EFCT)			88,2%	85,7%	76,2%	69,3%	72,7%	79,0%	79,2%	
Servicios científicos y tecnológicos (SCT)			6,8%	6,8%	17,1%	23,5%	18,8%	11,3%	10,9%	
Honduras										
Investigación y Desarrollo (I+D)							36,2%	39,9%	33,4%	
Enseñanza y la formación científica y técnica (EFCT)							29,3%	31,8%	40,6%	
Servicios científicos y tecnológicos (SCT)							34,6%	28,3%	26,0%	
México										
Gobierno	64,8%	58,7%	57,1%	64,8%	63,3%	58,4%	53,4%	52,9%	50,1%	47,0%
Empresas (Públicas y Privadas)	19,2%	27,7%	26,4%	21,7%	22,9%	26,9%	32,4%	32,7%	35,4%	36,7%
Educación Superior	16,0%	13,6%	16,5%	13,4%	13,8%	14,7%	14,2%	14,4%	14,5%	16,4%
Panamá										
Gobierno				6,0%	16,1%	15,2%	14,2%			
Empresas (Públicas y Privadas)				91,1%	81,6%	82,6%	83,7%			
Educación Superior				2,9%	2,3%	2,2%	2,0%			
Paraguay										
Gobierno							16,1%	12,4%	22,1%	27,0%
Empresas (Públicas y Privadas)							73,6%	72,6%	71,5%	44,9%
Educación Superior							10,4%	15,0%	6,4%	28,1%
Trinidad y Tobago										
Gobierno							40,3%	38,5%	35,7%	32,8%
Empresas (Públicas y Privadas)										
Educación Superior							59,7%	61,5%	64,3%	67,2%

INDICADOR 30:

SOLICITUD DE PATENTES

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
de residentes	688	697	643	509	519	854	393	410	447	989
de no residentes	4.133	4.119	4.129	4.173	3.571	2.953	3.049	3.314	3.252	2.501
Total	4.821	4.816	4.772	4.682	4.090	3.807	3.442	3.724	3.699	3.490
Brasil										
de residentes	7.798	7.799	7.971	7.393	7.344	8.081	8.404	7.569	8.312	7.986
de no residentes	24.080	25.738	26.075	25.786	25.698	22.937	20.262	19.982	20.005	19.105
Total	31.879	33.537	34.046	33.179	33.042	31.018	28.666	27.551	28.317	27.091
Canadá										
de residentes	4.754	4.709	4.567	4.198	4.277	4.078	4.133	5.039	5.051	
de no residentes	30.357	30.533	30.174	31.283	32.687	30.667	30.585	33.988	32.948	
Total	35.111	35.242	34.741	35.481	36.964	34.745	34.718	39.027	37.999	
Chile										
de residentes	339	336	340	452	443	386	421	404	439	371
de no residentes	2.453	2.683	2.732	2.653	2.831	2.521	2.470	2.694	2.800	2.441
Total	2.792	3.019	3.072	3.105	3.274	2.907	2.891	3.098	3.239	2.812
Colombia										
de residentes	201	206	241	259	318	507	556	406	422	369
de no residentes	1.890	2.022	1.942	1.977	1.977	1.703	1.895	1.903	1.747	1.752
Total	2.091	2.228	2.183	2.236	2.295	2.210	2.451	2.309	2.169	2.121
Costa Rica										
de residentes	12	37	49	29	35	44	37	34		
de no residentes	612	631	646	568	636	545	552	555		
Total	624	668	695	597	671	589	589	589		
Cuba										
de residentes	62	38	27	24	26	32	29	28	27	33
de no residentes	184	140	141	126	159	163	145	127	88	76
Total	246	178	168	150	185	195	174	155	115	109
Ecuador										
de residentes			7	24	20	45	16	34	29	
de no residentes			475	358	475	329	401	371	408	
Total			482	382	495	374	417	405	437	
El Salvador										
de residentes	47	17	25	55	18	25	2	29	13	17
de no residentes	272	251	213	211	224	196	182	164	185	168
Total	319	268	238	266	242	221	184	193	198	185
España										
de residentes	3.398	3.219	2.986	2.902	2.760	2.711	2.150	1.486	1.264	1.405
de no residentes	130	142	147	129	122	138	136	92	94	78
Total	3.528	3.361	3.133	3.031	2.882	2.849	2.286	1.578	1.358	1.483
Estados Unidos										
de residentes	247.750	268.782	287.831	285.096	288.335	295.327	293.904	285.095	285.113	
de no residentes	255.832	274.033	283.781	293.706	301.075	310.244	313.052	312.046	336.340	
Total	503.582	542.815	571.612	578.802	589.410	605.571	606.956	597.141	621.453	
Guatemala										
de residentes	4	7	4	10	8	4	3	7	17	
de no residentes	327	350	329	290	346	278	287	267	237	
Total	331	357	333	300	354	282	290	274	254	
Honduras										
de residentes	18	44	21	18	26	35	19	14		
de no residentes	274	255	231	209	239	205	212	198	187	
Total	292	299	252	227	265	240	231	212	187	
Jamaica										
de residentes	20	25	22	33	7	19	11	27	14	
de no residentes	34	82	97	122	63	59	57	51	49	
Total	113	107	119	155	70	78	68	78	63	
México										
de residentes	1.065	1.292	1.211	1.244	1.364	1.310	1.334	1.555	1.305	1.132
de no residentes	12.990	14.022	14.233	14.891	16.707	16.103	15.850	14.869	14.636	13.180
Total	14.055	15.314	15.444	16.135	18.071	17.413	17.184	16.424	15.941	14.312

INDICADOR 30:
SOLICITUD DE PATENTES

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nicaragua										
de residentes	2	4	3	1	1					
de no residentes	208	172	124	145	145					
Total	210	176	127	146	146					
Panamá										
de residentes	21		9	13	14	68	33	135	34	22
de no residentes	420	234	78	274	389	349	376	362	328	297
Total	441	234	87	287	403	417	409	497	362	319
Paraguay										
de residentes	19	19	14	8	16	17	13	34	16	16
de no residentes	336	371	437	398	323	300	303	316	338	338
Total	355	390	451	406	339	317	316	350	354	354
Perú										
de residentes	40	54	73	83	67	72	100	89	137	125
de no residentes	1.129	1.136	1.193	1.204	1.182	1.091	1.119	1.133	1.122	1.142
Total	1.169	1.190	1.266	1.287	1.249	1.163	1.219	1.222	1.259	1.267
Portugal										
de residentes	648	696	741	834	1.063	880	793	882	975	946
de no residentes	75	26	22	18	20	27	36	29	104	263
Total	723	722	763	852	1.083	907	829	911	1.079	1.209
República Dominicana										
de residentes	15	19	12	16	25	28	20	17	23	10
de no residentes	318	265	256	244	227	242	251	211	220	207
Total	333	284	268	260	252	270	271	228	243	217
Trinidad y Tobago										
de residentes		2				3		2	1	1
de no residentes	245	215	175	186	169	132	146	140	117	114
Total	245	217	175	186	169	135	146	142	118	115
Uruguay										
de residentes	24	24	27	32	21	28	19	65	23	27
de no residentes	684	683	670	653	539	523	476	555	443	403
Total	708	707	697	685	560	551	495	620	466	430
Venezuela										
de residentes	83	98	99	79	50	47	120	24	20	15
de no residentes	1.717	1.664	1.621	1.523	1.037	616	379	38	554	237
Total	1.803	1.762	1.720	1.602	1.087	663	499	62	574	252
América Latina y el Caribe										
de residentes	10.569	10.861	10.896	10.400	10.432	11.746	11.719	11.036	11.449	11.358
de no residentes	53.201	55.927	56.100	56.301	57.191	51.612	48.738	47.581	47.662	43.676
Total	63.770	66.788	66.997	66.701	67.623	63.358	60.457	58.617	59.111	55.034
Iberoamérica										
de residentes	14.593	14.747	14.599	14.099	14.246	15.313	14.649	13.371	13.671	13.690
de no residentes	53.114	55.769	55.970	56.102	57.071	51.553	48.670	47.481	47.667	43.832
Total	67.707	70.516	70.569	70.201	71.316	66.866	63.319	60.852	61.338	57.521

Notas:

América Latina y el Caribe: Los datos son estimados.

Iberoamérica: Los datos son estimados.

España: El total de patentes solicitadas incluye las solicitadas por vía nacional, las solicitadas a través de la Oficina Europea de Patentes (OEPM) que designan a España y las solicitadas vía Euro-PCT (presentadas a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) que designan a España a través de una patente europea.

Estados Unidos: los datos fueron tomados de la base de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y corresponden a la información de solicitudes de patentes directas y PCT en fase nacional, según los registros de la Oficina Nacional del país.

INDICADOR 31:

PATENTES OTORGADAS

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
de residentes	224	163	228	265	212	208	176	125	164	247
de no residentes	1.067	769	1.069	1.095	1.348	1.618	2.126	1.399	2.008	2.090
Total	1.291	932	1.297	1.360	1.560	1.826	2.302	1.524	2.172	2.337
Brasil										
de residentes	725	654	728	732	934	1.089	1.491	2.140	2.029	2.600
de no residentes	3.082	2.479	2.595	2.390	2.961	3.678	4.756	8.939	11.713	18.698
Total	3.813	3.139	3.325	3.123	3.895	4.772	6.247	11.080	13.742	21.298
Canadá										
de residentes	2.150	2.404	2.756	2.984	2.858	3.295	2.389	2.200	1.985	
de no residentes	18.612	19.415	21.077	20.765	19.343	23.129	21.815	20.893	19.020	
Total	20.762	21.819	23.833	23.749	22.201	26.424	24.204	23.093	21.005	
Chile										
de residentes	104	113	119	156	150	195	165	174	280	259
de no residentes	909	657	779	1.012	908	1.857	1.431	1.424	1.210	2.645
Total	1.013	770	898	1.168	1.058	2.052	1.596	1.598	1.490	2.904
Colombia										
de residentes	44	109	146	117	88	103	170	219	314	244
de no residentes	608	1.584	2.033	1.264	1.089	844	1.060	1.111	1.350	831
Total	652	1.693	2.179	1.381	1.177	947	1.230	1.330	1.664	1.075
Costa Rica										
de residentes	1	9	12	22	6	7	20	12		
de no residentes	36	186	192	159	156	89	234	223		
Total	37	195	204	181	162	96	254	235		
Cuba										
de residentes	53	9	19	17	6	10	9	8	4	2
de no residentes	101	75	95	78	62	83	65	85	85	36
Total	154	84	114	95	68	93	74	93	89	38
Ecuador										
de residentes			2		1	2	4	2	3	
de no residentes			11	20	13	8	13	8	14	
Total			13	20	14	10	17	10	17	
El Salvador										
de residentes	73	10	4	12	6	3	5	16	8	5
de no residentes	14	38	68	110	59	58	46	59	65	96
Total	87	48	72	122	65	61	51	75	73	101
España										
de residentes	2.582	2.537	2.745	2.911	2.274	2.087	1.842	1.621	1.156	558
de no residentes	137	116	148	190	149	107	102	77	50	30
Total	2.719	2.653	2.893	3.101	2.423	2.194	1.944	1.698	1.206	588
Estados Unidos										
de residentes	108.626	121.026	133.593	144.621	140.969	143.723	150.952	144.413	167.115	
de no residentes	115.879	132.129	144.242	156.057	157.439	159.324	167.876	163.346	187.315	
Total	224.505	253.155	277.835	300.678	298.408	303.049	318.828	307.759	354.430	
Guatemala										
de residentes	4	7	2		2		1			
de no residentes	44	38	66	104	123	38	45	24	29	
Total	48	45	68	104	125	38	46	24	29	
Honduras										
de residentes	9	13	25	9		8	2			
de no residentes	152	163	140	125	83	73	70	88	85	
Total	161	176	165	134	83	81	72	88	85	
Jamaica										
de residentes	5	0	1	1	6	1		1	2	
de no residentes	43	20	34	27	68	4	9			
Total	48	20	35	28	74	5	9	1	2	
México										
de residentes	245	281	302	305	410	426	407	457	438	397
de no residentes	11.240	12.049	10.041	9.514	8.928	8.231	8.103	8.464	8.264	7.329
Total	11.485	12.330	10.343	9.819	9.338	8.657	8.510	8.921	8.702	7.726

INDICADOR 31:
PATENTES OTORGADAS

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nicaragua										
de residentes		2								
de no residentes	61	66	72	62						
Total	61	68	72	62						
Panamá										
de residentes	12		6	5		2		2		5
de no residentes	309	325	260	161		11	4	145	133	279
Total	321	325	266	166		13	4	147	133	284
Paraguay										
de residentes		4	1	2		3			1	1
de no residentes	4	1	6	8	10	10	12	13	27	27
Total	4	5	7	10	10	13	12	13	28	28
Perú										
de residentes	9	11	2	7	19	26	26	30	32	33
de no residentes	376	259	285	325	343	374	483	595	681	467
Total	385	270	287	332	362	400	509	625	713	500
Portugal										
de residentes	122	121	144	111	115	95	121	151	184	219
de no residentes	49	21	12	8	7	2	3	8	6	10
Total	171	142	156	119	122	97	124	159	190	229
República Dominicana										
de residentes		5		3	13	5	16	11	10	6
de no residentes	71	109	68	126	142	95	111	84	148	132
Total	71	114	68	129	155	100	127	95	158	138
Trinidad y Tobago										
de residentes	47	62	52	60	76	71	146	56	68	66
de no residentes	1	4	1					1	1	1
Total	46	58	51	60	76	71	146	55	67	65
Uruguay										
de residentes	1	2	1	4	4	2	1	23	5	3
de no residentes	10	21	12	26	17	11	22	107	53	110
Total	11	23	13	30	21	13	23	130	58	113
Venezuela										
de residentes						37	26	12		
de no residentes						219	194	160	168	
Total						256	220	172	168	
América Latina y el Caribe										
de residentes	1.576	1.489	1.662	1.736	1.935	2.154	2.539	3.250	3.326	3.836
de no residentes	18.343	19.111	18.123	16.946	16.825	17.570	18.986	23.063	26.414	33.366
Total	19.919	20.599	19.784	18.682	18.761	19.724	21.525	26.314	29.740	37.203
Iberoamérica										
de residentes	4.274	4.143	4.549	4.757	4.318	4.335	4.502	5.020	4.664	4.612
de no residentes	18.440	19.170	18.198	17.056	16.837	17.547	18.913	23.071	26.381	33.332
Total	22.714	23.312	22.746	21.813	21.156	21.882	23.415	28.092	31.045	37.944

141

Notas:

América Latina y el Caribe: Los datos son estimados.

Iberoamérica: Los datos son estimados.

España: El total de patentes otorgadas incluye las concedidas por vía nacional, las concedidas a través de la Oficina Europea de Patentes (OEPM) que designan a España y las concedidas vía Euro-PCT (presentadas a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) que designan a España a través de una patente europea.
Estados Unidos: los datos fueron tomados de la base de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y corresponden a la información de patentes directas y PCT en fase nacional, según los registros de la Oficina Nacional del país.

INDICADOR 32: SOLICITUD DE PATENTES PCT

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	62	69	69	47	36	50	51	44	52	39
Barbados	102	160	166	161	122	127	195	104	79	51
Bolivia	1	1		2					1	
Brasil	591	685	710	665	567	604	587	675	701	712
Canadá	4.008	3.997	3.691	3.457	3.015	3.086	2.814	2.705	2.847	3.139
Chile	109	139	134	116	158	166	173	176	187	210
Colombia	71	67	74	76	79	89	115	111	120	129
Costa Rica	11	17	4	15	8	11	9	14	6	5
Cuba	9	10	10	9	5	1	7	5	10	13
Ecuador	6	8	9	2	4	9	6	21	5	26
El Salvador		1	1	2	2		2		3	
España	2.069	2.120	1.851	1.771	1.585	1.579	1.563	1.403	1.415	1.476
Estados Unidos	49.664	52.501	57.877	67.237	57.091	58.295	58.373	59.147	58.436	61.665
Guatemala	1	2	3	1		3		4	1	1
Honduras							1			
Jamaica	3	1		2			1	1	1	2
México	271	282	229	246	288	262	306	286	258	251
Nicaragua		3		1						
Panamá	7	11	22	9	18	7	59	152	47	16
Paraguay	3	1			1					1
Perú	10	11	12	15	20	25	20	31	42	23
Portugal	89	126	144	159	161	184	201	250	188	264
Puerto Rico	20	27	18	26	21	46	117	221	308	136
Rep. Dominicana	1			7	1	6	6	11	10	5
Trinidad y Tobago	6	2	2		1	1	2	6	6	6
Uruguay	8	10	10	9	11	6	14	8	16	12
Venezuela	8	10	5	6		4	1	2	1	2
América Latina y el Caribe	1.257	1.481	1.447	1.435	1.333	1.405	1.655	1.855	1.844	1.526
Iberoamérica	3.362	3.598	3.270	3.152	2.918	2.958	3.105	3.124	3.037	3.149
Total	163.670	178.212	192.633	210.609	200.928	210.454	223.571	237.412	246.636	264.585

142

Notas:

El total refiere al total mundial.

Los subtotalet difieren del total debido a las copublicaciones que se registran como un entero para cada país participante.

PCT. Tratado de Cooperación en materia de Patentes - Organización Mundial de la Propiedad Intelectual - OMPI.

"Fuente - OMPI

<http://patentscope.wipo.int/>"

INDICADOR 33: PUBLICACIONES EN SCOPUS

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	11.627	12.134	12.251	13.530	13.579	13.904	14.438	15.257	14.921	16.662
Barbados	129	150	148	138	149	149	129	119	150	165
Bolivia	257	252	283	315	329	363	317	401	423	533
Brasil	54.865	60.428	64.016	68.364	70.391	76.174	80.753	86.042	88.691	94.933
Canadá	92.551	99.246	100.955	104.583	105.898	111.642	113.692	117.127	119.013	121.604
Chile	7.824	8.907	9.321	11.107	11.738	13.659	13.856	15.402	16.342	18.440
Colombia	5.635	6.645	7.452	8.314	9.106	10.855	12.065	13.623	14.816	16.434
Costa Rica	640	696	712	894	877	1.036	1.150	1.260	1.399	1.543
Cuba	2.303	2.379	2.447	2.332	2.213	2.082	2.046	2.143	2.154	2.440
Ecuador	484	648	762	1.060	1.675	2.536	3.671	4.724	5.327	5.954
El Salvador	108	109	97	125	150	172	122	156	125	121
España	78.853	84.806	86.903	90.828	90.019	93.398	95.840	98.835	101.651	112.826
Estados Unidos	623.400	665.043	679.461	673.281	685.929	701.294	717.138	726.839	714.659	704.621
Guatemala	145	218	232	218	281	292	328	318	329	426
Guyana	25	36	34	33	39	46	46	65	60	84
Haiti	69	61	97	113	121	123	136	107	123	150
Honduras	75	86	94	85	107	105	150	193	235	413
Jamaica	378	401	414	456	403	427	450	419	402	532
México	17.116	18.352	19.553	21.379	21.618	23.594	25.150	26.838	29.227	31.222
Nicaragua	108	118	97	104	120	141	159	159	150	153
Panamá	395	492	502	509	533	555	616	670	820	840
Paraguay	122	145	157	169	228	253	328	271	415	474
Perú	1.283	1.376	1.535	1.773	2.103	2.526	3.021	3.572	4.507	6.026
Portugal	18.311	20.375	22.424	23.466	24.449	25.815	26.536	27.994	30.457	32.477
Puerto Rico	946	930	816	857	780	887	879	889	852	960
Rep. Dominicana	81	87	125	120	141	149	176	210	278	368
Trinidad y Tobago	448	402	356	498	358	444	454	472	472	504
Uruguay	1.088	1.106	1.170	1.469	1.377	1.614	1.604	1.856	1.943	2.013
Venezuela	1.975	2.070	1.972	2.030	1.787	1.647	1.807	1.615	1.648	1.533
América Latina y el Caribe	102.706	112.090	118.043	128.529	131.668	144.118	153.133	164.459	172.264	187.209
Iberoamérica	190.417	206.524	215.939	230.086	232.209	248.691	260.123	274.378	286.959	311.295
Total	2.624.489	2.744.704	2.850.059	2.907.145	2.895.979	3.066.184	3.162.125	3.294.927	3.453.474	3.589.972

143

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Notas:

El total refiere al total mundial.

Los subtotalet regionales difieren de la suma de los datos por país debido a que las copublicaciones son registradas como un entero para cada país participante.

INDICADOR 34:

PUBLICACIONES EN SCOPUS POR HABITANTE

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	cada cien mil habitantes									
Argentina	28,7	29,1	29,0	31,7	31,5	31,9	32,8	34,3	33,2	36,7
Barbados	45,8	53,0	52,0	48,7	52,4	52,1	45,1	41,5	52,3	57,4
Bolivia	2,5	2,4	2,7	3,0	3,0	3,3	2,9	3,6	3,7	4,7
Brasil	27,9	30,5	32,0	33,9	34,6	37,1	39,0	41,3	42,2	44,7
Canadá	269,5	285,9	287,8	295,1	296,6	309,2	311,1	316,0	316,6	319,9
Chile	45,3	51,0	52,8	62,3	65,0	74,7	74,8	82,1	85,8	94,9
Colombia	12,2	14,3	15,8	17,4	18,9	22,3	24,5	28,2	30,0	32,6
Costa Rica	13,9	14,9	15,1	18,8	18,2	21,2	23,2	25,2	27,8	30,3
Cuba	20,6	21,2	21,8	20,8	19,8	18,6	18,3	19,1	19,2	21,8
Ecuador	3,2	4,2	4,8	6,6	10,3	15,3	21,9	27,8	30,7	33,7
El Salvador	1,8	1,8	1,5	2,0	2,3	2,6	1,9	2,3	1,9	1,8
España	167,1	179,4	184,4	194,2	193,1	200,6	205,8	211,5	216,1	237,8
Estados Unidos	200,0	211,8	214,9	211,3	213,7	216,9	220,4	222,0	217,8	214,0
Guatemala	1,0	1,5	1,5	1,4	1,8	1,8	2,0	1,9	2,0	2,5
Guyana	3,3	4,7	4,5	4,3	5,1	5,9	5,9	8,3	7,6	10,8
Haiti	0,7	0,6	0,9	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1	1,3
Honduras	0,9	1,0	1,1	1,0	1,2	1,2	1,7	2,1	2,6	4,4
Jamaica	14,0	14,8	15,3	16,8	14,8	15,6	16,5	15,3	14,7	19,5
México	14,8	15,7	16,5	17,8	17,8	19,2	20,3	21,4	23,1	24,4
Nicaragua	1,9	2,0	1,6	1,7	2,0	2,2	2,3	2,3	2,2	
Panamá	10,6	12,9	13,0	13,0	13,4	13,8	15,0	16,1	19,3	19,5
Paraguay	1,9	2,3	2,4	2,6	3,4	3,7	4,8	3,9	5,9	6,6
Perú	4,3	4,6	5,0	5,8	6,7	8,0	9,5	11,1	13,9	18,4
Portugal	173,6	194,3	215,1	226,2	236,4	250,4	257,9	272,4	295,8	315,4
Puerto Rico	25,7	25,6	22,7	24,2	22,5	26,0	26,4	27,8	26,7	29,3
Rep. Dominicana	0,8	0,8	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,5	3,3
Trinidad y Tobago	33,7	30,1	26,6	37,0	26,5					
Uruguay	31,9	32,3	34,0	42,5	39,7	46,4	45,9	53,2	55,7	57,7
Venezuela	6,7	6,9	6,5	6,6	5,7	5,3	5,7	5,1	5,1	4,7
América Latina y el Caribe	17,3	18,7	19,4	20,9	21,2	23,0	24,2	25,8	26,7	28,7
Iberoamérica	29,9	32,1	33,2	35,1	35,1	37,3	38,6	40,5	41,9	44,9

INDICADOR 35:

PUBLICACIONES EN SCOPUS EN RELACIÓN AL PBI

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	cada cien mil millones de U\$S (PPC)									
Argentina	14,6	14,8	14,4	16,1	15,7	15,7	13,9	14,6	14,2	17,7
Barbados	27,9	34,2	33,9	31,9	33,6	32,6	28,5	26,0	32,9	40,9
Bolivia	4,6	4,1	4,1	4,2	4,2	4,4	3,4	4,0	4,0	5,5
Brasil	18,4	20,2	20,4	21,4	23,3	25,9	26,8	27,8	27,9	30,1
Canadá	64,7	67,6	65,0	64,5	66,4	66,5	64,4	62,9	62,5	
Chile	22,3	23,8	23,6	27,4	28,8	32,0	30,7	32,0	34,0	38,4
Colombia	10,6	12,0	12,6	13,3	14,4	16,3	17,4	18,2	18,8	21,6
Costa Rica	10,7	10,9	10,4	12,0	10,9	11,4	12,0	12,3	12,3	13,8
Cuba	33,4	32,5	31,7	28,9	25,4	22,8	21,1	21,4	20,8	22,7
Ecuador	3,2	4,1	4,3	5,7	9,3	13,9	18,8	23,3	25,9	31,1
El Salvador	2,7	2,7	2,3	2,7	3,1	3,4	2,3	2,7	2,1	2,2
España	52,9	57,2	57,5	58,3	55,5	53,9	52,0	51,9	51,7	63,1
Estados Unidos	40,1	41,1	40,5	38,4	37,6	37,5	36,7	35,3	33,3	33,7
Guatemala	1,4	2,0	2,1	1,8	2,2	2,2	2,5	2,3	2,2	2,9
Guyana	3,1	4,5	4,1	3,9	4,5	5,3	4,9	6,5	5,6	5,4
Haiti	2,4	2,2	3,2	3,7	3,9	3,8	4,2	3,1	3,5	4,6
Honduras	2,2	2,5	2,6	2,2	2,5	2,2	2,9	3,5	4,0	7,7
Jamaica	16,6	17,1	17,2	18,6	15,9	16,0	16,0	14,3	13,9	
México	9,0	9,1	9,5	9,8	9,7	9,9	10,2	10,5	11,2	12,9
Nicaragua	4,3	4,5	3,5	3,4	3,6	3,8	3,8	3,9	3,8	
Panamá	6,3	7,1	6,4	5,8	5,3	4,9	4,9	5,0	6,0	7,4
Paraguay	1,9	2,3	2,2	2,2	3,0	3,1	3,8	3,0	4,5	5,1
Perú	4,2	4,3	4,6	5,1	6,0	6,7	7,5	8,5	10,4	15,3
Portugal	64,8	73,3	76,8	78,5	79,6	79,1	78,0	77,9	81,9	92,3
Puerto Rico	8,1	7,9	6,8	7,2	6,6	7,6	7,6	7,9	7,4	8,5
Rep. Dominicana	0,7	0,7	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,9
Trinidad y Tobago	10,9	10,0	8,8	12,4	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uruguay	17,9	16,7	16,6	19,7	18,4	21,0	20,3	22,8	23,4	25,5
Venezuela	3,9	3,8	3,6	3,8	3,1	3,4				
América Latina y el Caribe	13,4	14,1	14,3	15,0	15,4	16,6	17,1	17,8	18,4	20,9
Iberoamérica	20,4	21,5	21,7	22,3	22,4	23,4	23,6	24,1	24,7	28,3

145

Notas:

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

INDICADOR 36:

PUBLICACIONES EN SCOPUS EN RELACIÓN AL GASTO DE I+D

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	cada millón de U\$S (PPC)									
Argentina	2,6	2,3	2,3	2,7	2,5	2,8	2,5	2,9	3,0	3,4
Brasil	1,6	1,8	1,7	1,7	1,7	2,0	2,4	2,3	2,3	2,6
Canadá	3,6	3,8	3,8	3,8	3,9	3,8	3,8	3,7	3,9	3,9
Chile	6,4	6,6	6,1	7,3	7,6	8,7	8,6	8,7	10,0	11,4
Colombia	4,8	5,1	4,7	4,3	4,0	6,3	7,4	6,8	9,1	11,0
Costa Rica	2,2	1,9	1,8	2,1	2,4	2,5	2,7	3,2		
Cuba	12,3	8,0	6,7	7,0	5,9	6,7	4,9	4,0	3,8	4,4
Ecuador	0,9	1,2	1,1	1,3						
El Salvador	7,6	7,9	3,5	2,9	2,2	2,3	1,2	1,7	1,2	1,3
España	4,0	4,4	4,5	4,7	4,5	4,5	4,3	4,2	4,1	4,5
Estados Unidos	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0
Guatemala	3,0	4,5	5,3	6,2	7,2	9,7	8,3	7,6	8,3	5,8
Honduras					16,3		7,2	5,4	6,8	
México	1,9	2,2	2,2	2,3	2,3	2,6	3,1	3,4	3,9	4,3
Panamá	3,6	9,3	10,1	4,1	4,4	3,4	3,3	4,2	4,8	3,3
Paraguay	4,6	3,5	3,1	2,8	3,1	2,7	2,5	2,0	3,3	3,2
Perú	5,1	7,8	5,6	4,7	5,1	5,7	6,4	6,7	6,6	8,9
Portugal	4,4	5,3	5,8	6,1	6,4	6,2	5,9	5,8	5,9	5,7
Trinidad y Tobago	27,0	22,7	15,4	15,1	11,0	13,4	13,6	14,6	20,4	21,8
Uruguay	5,2	5,5	5,8	6,3	5,3	5,6	4,5	4,5	5,4	5,7
Venezuela	2,6	1,5	1,1	1,2	0,7	0,5				
América Latina y el Caribe	1,9	2,1	2,0	2,0	2,0	2,3	2,7	2,7	2,8	3,2
Iberoamérica	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,9	3,1	3,1	3,1	3,5

146

2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020

Notas:

I+D: Corresponde a Investigación y Desarrollo Experimental.

Cuba: Los valores se encuentran expresados en dólares corrientes, utilizando el tipo de cambio oficial 1 Peso Cubano = 1 Dólar.

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

INDICADOR 37:

PUBLICACIONES EN SCI CADA 100 INVESTIGADORES

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina										
Personas Físicas	15,1	15,2	15,0	16,2	16,5	16,1	17,1	17,2	16,5	18,4
EJC	23,8	24,1	24,2	26,3	25,6	25,4	27,1	28,1	27,2	29,8
Bolivia										
Personas Físicas	10,3	19,3	19,5	19,5						
EJC										
Brasil										
Personas Físicas	21,8	22,1	21,7	21,6	20,5	20,1	20,3	20,4		
EJC	37,7	38,5	38,0	38,0						
Canadá										
EJC	56,1	61,4	61,9	60,9	62,3	67,3	67,6	67,4		
Chile										
Personas Físicas	83,3	85,3	95,2	90,3	90,2	96,3	96,3	99,6	105,9	117,1
EJC	128,7	131,0	158,2	146,4	143,6	152,0	152,3	157,1	169,0	185,1
Colombia										
Personas Físicas			93,0	100,4	90,6	83,5	92,8	81,1	88,2	77,9
EJC			279,4	303,7	275,5	252,1	280,3			
Costa Rica										
Personas Físicas	16,0	19,2	16,6	22,0	20,7	26,7	30,0	33,3		
EJC	34,0	44,0	42,3	34,5	36,5	40,2	61,1	73,0		
Cuba										
Personas Físicas	49,9	51,1	51,9	53,5	57,4	30,4	29,7	30,8	27,8	30,7
Ecuador										
Personas Físicas	12,0	8,9	8,1	9,3						
EJC	17,7	14,9	13,8	16,6						
El Salvador										
Personas Físicas	20,3	18,0	14,7	15,8	15,0	18,3	12,4	16,7	12,1	
EJC					37,5	41,1	30,0	34,1	26,5	
España										
Personas Físicas	35,8	39,3	41,6	43,2	42,0	42,7	42,4	42,1	42,1	46,2
EJC	60,5	66,9	70,5	74,3	73,5	73,8	71,9	70,5	70,6	77,6
Guatemala										
Personas Físicas	24,1	32,7	45,1	38,8	46,7	44,5	66,4	79,5	64,8	71,1
EJC	39,2	53,0	85,6	67,5	78,1	79,8	137,8	143,2	129,5	143,0
Honduras										
Personas Físicas					51,7		27,9	28,9	34,4	
EJC					52,5		45,9			
Jamaica										
Personas Físicas						56,3	66,0			
México										
Personas Físicas	30,3	44,3	46,3	47,9	44,3	43,4	46,1	49,2	50,4	50,1
EJC	43,0	63,1	65,3	68,3	63,1	60,7	64,3	68,5	70,0	69,4
Nicaragua										
Personas Físicas	14,3	13,5								
Panamá										
Personas Físicas	71,6	110,1	80,7	105,6	108,3	93,6	99,0			
EJC	90,2	346,5	334,7							
Paraguay										
Personas Físicas	9,5	8,5		10,5	11,5	15,6	18,4	14,3	22,5	26,9
EJC	38,5	13,4		16,8	18,7	30,8	35,3	27,9	37,9	51,2
Perú										
Personas Físicas	113,7	91,6	43,8	58,5	62,3	60,1	67,0	72,5	67,7	75,8
Portugal										
Personas Físicas	22,2	24,9	28,6	29,8	30,2	30,1	29,6	29,1	30,2	31,0
EJC	41,6	47,9	59,3	61,5	63,2	62,4	59,1	58,7	60,7	61,1

INDICADOR 37:
PUBLICACIONES EN SCI CADA 100 INVESTIGADORES

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Puerto Rico										
Personas Físicas			41,3		37,7					
Trinidad y Tobago										
Personas Físicas	44,3	44,0	28,6	40,6	28,0	32,3	30,1	28,0	31,1	37,7
EJC							63,4	59,9	68,8	56,4
Uruguay										
Personas Físicas	40,1	40,5	43,9	53,6	49,7	56,8	55,8	60,5	61,6	63,1
EJC	52,1	51,3	53,8	66,0	59,6	67,6	65,4	70,5	71,6	72,8
Venezuela										
Personas Físicas	32,5	26,2	21,6	16,7	17,1	16,5	15,9			21,7
EJC	38,3	29,4	23,8	18,2	24,8	23,9	18,4			24,4
América Latina y el Caribe										
Personas Físicas	23,1	23,1	24,7	24,4	25,0	24,1	23,7	24,7	25,0	25,7
EJC	38,5	38,8	41,9	41,9	43,4	40,7	40,1	41,7	42,7	44,0
Iberoamérica										
Personas Físicas	24,5	25,5	27,5	28,0	28,7	27,6	27,1	27,7	27,6	28,1
EJC	41,4	43,4	47,3	48,8	50,4	47,9	46,9	47,5	47,6	48,6

Notas:

Investigadores incluye becarios.

Venezuela: La información correspondiente a investigadores corresponde al "Programa de Promoción al Investigador" (PPI).

América Latina y el Caribe: los datos son estimados.

Iberoamérica: los datos son estimados.

ANEXO
DEFINICIONES
DE INDICADORES
SELECCIONADOS



DEFINICIONES DE INDICADORES SELECCIONADOS

1. INDICADORES SELECCIONADOS

Los indicadores que se presentan en este informe han sido elaborados con arreglo a las normas propuestas en el Manual de Frascati¹ de la OCDE, ajustadas a las características de los países latinoamericanos según las recomendaciones surgidas de las reuniones metodológicas de la RICYT.

Indicadores de contexto

Los indicadores de contexto contienen información acerca de ciertas dimensiones básicas de los países, tales como la población, la población económicamente activa (PEA) y la economía, expresada en las cifras del PBI. La utilidad de estos datos, para los propósitos de este informe, es permitir la construcción de indicadores de peso relativo, tales como el gasto en I+D como porcentaje del PBI y el número de investigadores en relación con la PEA.

Los indicadores de contexto seleccionados son:

Indicador 1: Población (expresada en millones de habitantes),

Indicador 2: Población Económicamente Activa (PEA) (expresada en millones de personas),

Indicador 3: Producto Bruto Interno (PBI) (expresado en Paridad de Poder de Compra -PPC-).

Indicadores de recursos económicos destinados a la ciencia y la tecnología

Estos indicadores reflejan los recursos económicos que cada país destina a la ciencia y la tecnología. Cada indicador refleja el gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (I+D), según las definiciones del Manual de Frascati que se transcriben en el apartado del presente anexo.² Los mismos se encuentran expresados en porcentajes relativos o en dólares PPC, según corresponda.

Indicador 4: Gasto en Investigación y Desarrollo

Este indicador, expresado en las diferentes unidades monetarias, refleja el gasto realizado dentro de cada país en I+D, tanto por el sector público, como por el sector privado.

Indicador 5: Gasto en Ciencia y Tecnología en relación al PBI

Este indicador expresa porcentualmente el esfuerzo relativo del país en materia de ciencia y tecnología, tomando como referencia el PBI.

Indicador 6: Gasto en Ciencia y Tecnología por habitante

Este indicador presenta el gasto en ciencia y tecnología en relación a la cantidad de habitantes del país.

Indicador 7: Gasto en I+D por investigador

Este indicador presenta la relación entre el gasto en I+D y el número de investigadores calculados, tanto en equivalencia a jornada completa (EJC),³ como en personas físicas (PF). Dado que el indicador representa la dotación per cápita de recursos para la investigación se toma exclusivamente el gasto en I+D.

(*): Para más detalle, ver punto 2 de este anexo: Definiciones básicas utilizadas.
1. OECD, The Measurement of Scientific and Technological Activities. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. Para la edición española: (c) 2018, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Publicado por acuerdo con la OCDE, París.

2. Ver punto 2. Definiciones básicas utilizadas.
3. Ver punto 2. Definiciones básicas utilizadas.

Indicador 8: Gasto en I+D por tipo de actividad

Este indicador presenta el gasto en I+D discriminado según el tipo de actividad: Investigación Básica, Investigación Aplicada y Desarrollo Experimental.⁴ Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador. Es decir, para el cálculo de porcentajes, el total de referencia no necesariamente es igual al total de Gasto en I+D informado por cada país.

Indicador 9: Gasto en Investigación y Desarrollo por sector de financiamiento

Este indicador presenta el gasto discriminado según la fuente de financiamiento. Se ha utilizado, para identificar las fuentes, la clasificación de sectores propuesta por la OCDE: empresas, administración pública (o gobierno), organizaciones privadas sin fines de lucro, educación superior y extranjero. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador.

Indicador 10: Gasto en Investigación y Desarrollo por sector de ejecución

Este indicador presenta el gasto discriminado según el sector que ejecuta, independientemente de la fuente de financiamiento. Se sigue la clasificación de sectores propuesta por la OCDE: empresas, administración pública (o gobierno), organizaciones privadas sin fines de lucro y educación superior. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador. Es decir, para el cálculo de porcentajes, el total de referencia no necesariamente es igual al total del gasto en actividades científicas informado por cada país.

Indicador 11: Gasto en I+D por disciplina científica

Este indicador pretende identificar el gasto en I+D, según la distribución de los recursos de acuerdo a las diversas disciplinas científicas y tecnológicas en las cuales se centran sus actividades. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación al total de Gasto en I+D informado por cada país.

Recursos humanos en ciencia y tecnología**Indicador 12: Personal en ciencia y tecnología en personas físicas (PF)**

Este indicador refleja el número de personas involucradas en I+D, según sus distintas funciones: investigadores, becarios de I+D o doctorado, personal de apoyo y personal de servicios científico-tecnológicos. Las categorías se corresponden a la definición del Manual de Frascati que se describe en el punto 2 del presente anexo.

Indicador 13: Investigadores por cada mil integrantes de la PEA (PF)

Este indicador expresa el peso relativo de los investigadores en la fuerza de trabajo disponible del país o población económicamente activa (PEA). El indicador refleja el potencial de recursos humanos para la I+D con los que cuenta el país, en relación con las dimensiones de su fuerza de trabajo.

Indicador 14: Investigadores por sexo (PF)

Este indicador presenta los porcentajes de investigadores (incluyendo becarios), según su función, clasificados por sexo.

Indicador 15: Investigadores por sector de empleo (PF)

Este indicador presenta el número de investigadores según el sector en el que desempeñan su actividad. Está expresado en porcentaje del total de investigadores en personas físicas para cada sector.

Indicador 16: Investigadores por disciplina científica (PF)

Este indicador presenta el número de investigadores en personas físicas (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) distribuidos según la disciplina científica en la que se desempeñan y expresado en porcentajes.

Indicador 17: Investigadores por nivel de formación (PF)

Este indicador identifica la distribución de los investigadores (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) según su máximo nivel de formación alcanzado.

Indicador 18: Personal en ciencia y tecnología en equivalencia jornada completa (EJC)

Este indicador refleja el número de personas involucradas en I+D, según sus distintas funciones: investigadores, becarios de I+D o doctorado, personal de apoyo y personal de servicios científico-tecnológicos. Las categorías se corresponden a la definición del Manual de Frascati que se describe en el punto 2 del presente anexo.

Indicador 19: Investigadores por cada mil integrantes de la PEA (EJC)

Este indicador expresa el peso relativo de los investigadores en la fuerza de trabajo disponible del país o población económicamente activa (PEA). El indicador refleja el potencial de recursos humanos para la I+D con los que cuenta el país, en relación con las dimensiones de su fuerza de trabajo.

Indicador 20: Investigadores por sexo (EJC)

Este indicador presenta los porcentajes de investigadores (incluyendo becarios), según su función, clasificados por sexo.

Indicador 21: Investigadores por sector de empleo (EJC)

Este indicador presenta el número de investigadores según el sector en el que desempeñan su actividad. Está expresado en porcentaje del total de investigadores en equivalencia de jornada completa para cada sector.

4. Ver punto 2. Definiciones básicas utilizadas.

Indicador 22: Investigadores por disciplina científica (EJC)

Este indicador presenta el número de investigadores en personas físicas (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) distribuidos según la disciplina científica en la que se desempeñan y expresado en porcentajes.

Indicador 23: Investigadores por nivel de formación (EJC)

Este indicador identifica la distribución de los investigadores (incluyendo los becarios de I+D o de doctorado) según su máximo nivel de formación alcanzado.

Indicadores de recursos económicos destinados a la ciencia y la tecnología

Estos indicadores reflejan los recursos económicos que cada país destina a la ciencia y la tecnología. Cada indicador refleja el gasto en Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT), según las definiciones de UNESCO que se transcriben en el apartado del presente anexo.⁵ Los mismos se encuentran expresados en porcentajes relativos o en dólares PPC, según corresponda.

Indicador 24: Gasto en Actividades Científico Tecnológicas

Este indicador, expresado en las diferentes unidades monetarias, refleja el gasto realizado dentro de cada país en ACT, tanto por el sector público, como por el sector privado.

Indicador 25: Gasto en Actividades Científico Tecnológicas en relación al PBI

Este indicador expresa porcentualmente el esfuerzo relativo del país en materia de ciencia y tecnología, tomando como referencia el PBI.

Indicador 26: Gasto en Ciencia y Tecnología por habitante

Este indicador presenta el gasto en ciencia y tecnología en relación a la cantidad de habitantes del país.

Indicador 27: Gasto en Actividades Científico Tecnológicas por sector de financiamiento

Este indicador presenta el gasto discriminado según la fuente de financiamiento. Se ha utilizado, para identificar las fuentes, la clasificación de sectores propuesta por la OCDE: empresas, administración pública (o gobierno), organizaciones privadas sin fines de lucro, educación superior y extranjero. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador.

Indicador 28: Gasto en Actividades Científico Tecnológicas por sector de ejecución

Este indicador presenta el gasto discriminado según el sector que ejecuta, independientemente de la fuente de financiamiento. Se sigue la clasificación de sectores propuesta por la OCDE: empresas, administración pública (o gobierno), organizaciones privadas sin fines de lucro y educación superior. Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores consignados para ese indicador. Es decir, para el cálculo de porcentajes, el total de referencia no necesariamente es igual al total del gasto en actividades científicas informado por cada país.

Indicador 29: Gasto en Actividades Científico Tecnológicas por tipo de actividad

Este indicador remite al gasto total realizado en ACT en el país según el tipo de actividad al que es destinado. Investigación y desarrollo (I+D), Enseñanza y formación Científica y Técnica (EFCT) y servicios científicos y tecnológicos (SCT)

Productos de la ciencia y la tecnología

Este conjunto de indicadores se utiliza para estimar los resultados de las actividades de I+D. Desde el punto de vista adoptado, siguiendo la norma del Manual de Frascati, las patentes representan -en mayor medida- el producto de la investigación tecnológica y empresarial, por cuanto protegen conocimientos con potencial interés económico. La medición de las publicaciones científicas en determinados medios representa una aproximación, no exenta de controversias, a una evaluación cuantitativa (e indirectamente cualitativa) del producto de la investigación académica.⁶

Indicador 30: Solicitudes de patentes

Este indicador presenta el número de patentes solicitadas en cada país, discriminadas según el lugar de residencia de los solicitantes. Para el análisis de este indicador se debe tener en cuenta que no todas las patentes son el resultado de un esfuerzo de I+D, así como que muchos productos de la I+D empresarial, especialmente en algunos sectores productivos, no son patentados. No obstante esta limitación, el indicador es utilizado a efectos comparativos en todas las series internacionales. Cabe señalar, en el caso de América Latina, que algunos países presentan saltos en sus series debido a cambios en la legislación y en las políticas.

Indicador 31: Patentes otorgadas

Este indicador presenta el número de patentes otorgadas en cada país, discriminado según el lugar de residencia del solicitante. Para el análisis de este indicador se debe tener en cuenta que no existe una relación lineal entre las patentes otorgadas y las solicitadas en cada año, ya que

5. UNESCO, Recommendation Concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology (1984)

6. Los indicadores bibliométricos presentados fueron elaborados por la coordinación de la RICYT en base a una estrategia de búsqueda.

los tiempos de otorgamiento de una patente pueden variar sustantivamente, tanto entre los distintos países, como dentro de un mismo país.

Indicador 32: Solicitud de Patentes PCT

Este indicador presenta el número de patentes solicitadas en cada país, a través del convenio PCT de la OMPI.

Indicador 33: Publicaciones en SCOPUS

Este indicador presenta el número de publicaciones científicas correspondientes a autores de distintos países, registradas en SCOPUS. Esta base de datos tiene carácter multidisciplinario y abarca alrededor de 20 mil revistas científicas. Su contenido constituye el autodenominado "mainstream" o "corriente principal de la ciencia".

Indicador 34: Publicaciones en SCOPUS por habitante

Este indicador presenta el número de publicaciones científicas correspondientes a autores de cada uno de los distintos países, registradas en SCOPUS, en relación a la población del país. Se expresa en publicaciones cada cien mil habitantes.

Indicador 35: Publicaciones en SCOPUS en relación al PBI

Este indicador presenta el número de publicaciones científicas correspondientes a autores de cada uno de los distintos países, registradas en SCOPUS, en relación al PBI del país. Se expresa en publicaciones cada mil millones de dólares de PBI.

Indicador 36: Publicaciones en SCOPUS en relación al gasto en I+D

Este indicador presenta el número de publicaciones científicas correspondientes a autores de cada uno de los distintos países, registradas en SCOPUS, en relación al gasto en I+D del país. Se expresa en publicaciones por cada millón de dólares de gasto en I+D.

Indicador 37: Publicaciones en SCOPUS cada 100 investigadores

Este indicador presenta el número de publicaciones científicas correspondientes a autores de cada uno de los distintos países, registradas en SCOPUS, en relación al número de investigadores del país. Se expresa en publicaciones por cada cien investigadores en personas físicas y en EJC.

2. DEFINICIONES BÁSICAS UTILIZADAS

En este apartado se presentan las definiciones de los conceptos utilizados, confeccionadas sobre la base del Manual de Frascati 2015 (OCDE) y de las definiciones propuestas por la UNESCO.

Investigación y Desarrollo Experimental (I+D)

La investigación y el desarrollo experimental (I+D) comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de los

conocimientos humanos, culturales y sociales, y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones.

Actividades Científicas y Técnicas (ACT)

Las actividades científicas y tecnológicas comprenden las actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Incluyen actividades tales como la investigación científica y el desarrollo experimental (I+D), la enseñanza y la formación científica y técnica (EFCT) y los servicios científicos y técnicos (SCT).

Tipos de Actividad Científico Tecnológica

El tipo de actividad Científico tecnológica se divide en 3: Investigación y desarrollo (I+D), Enseñanza y formación Científica y Técnica (EFCT), que incluye a toda actividad de nivel superior no universitario, universitario, post-universitario y de formación permanente de científicos e ingenieros (ISCED 5-8) y servicios científicos y tecnológicos (SCT), que incluye a toda actividad que contribuye a la generación, difusión y aplicación del conocimiento científico y técnico, se divide a su vez en 4 tipo de servicios.

Servicios Científicos y Técnicos (SCT)

La definición de los SCT engloba las actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo experimental que contribuyen a la producción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos. A efectos de su uso en encuestas, la UNESCO ha dividido los SCT en nueve subclases que pueden resumirse como sigue: actividades de C-T de bibliotecas, etc.; actividades de C-T de museos, etc.; traducción, edición, etc., de literatura C-T; inventarios e informes (geológicos, hidrológicos, etc.); prospección; recogida de información de fenómenos socioeconómicos; ensayos, normalización, control de calidad, etc.; actividades de asesoramiento a clientes, incluyendo servicios de asesoría agrícola e industrial; actividades de patentes y licencias a cargo de organismos públicos

Sector Gobierno

Este sector comprende todos los ministerios, oficinas y otros organismos que suministran, generalmente a título gratuito, servicios colectivos que no sería económico ni fácil de suministrar de otro modo y que, además, administran los asuntos públicos y la política económica y social de la colectividad y las instituciones privadas sin fines de lucro controladas y financiadas principalmente por la administración. Las empresas públicas se incluyen en el sector de empresas.

Sector Empresas

El sector de las empresas comprende todas las empresas, organismos e instituciones cuya actividad esencial consiste en la producción mercantil de bienes y servicios

(exceptuando los de la enseñanza superior) para su venta al público, a un precio que corresponde al de la realidad económica; y las instituciones privadas sin fines de lucro que están esencialmente al servicio de dichas empresas.

Sector Educación Superior

Este sector comprende todas las universidades y centros de nivel universitario, cualesquiera que sean el origen de sus recursos y su personalidad jurídica. Incluye también todos los institutos de investigación, estaciones experimentales y hospitales directamente controlados, administrados o asociados a centros de enseñanza superior.

Sector Organizaciones Privadas sin Fines de Lucro

El campo cubierto por este sector comprende las instituciones privadas sin fines de lucro, que están fuera del mercado y al servicio de las economías domésticas (es decir, del público); y los individuos privados y las economías domésticas.

Sector Extranjero

Este sector comprende todas las instituciones e individuos situados fuera de las fronteras políticas de un país, a excepción de los vehículos, buques, aeronaves y satélites espaciales utilizados por instituciones nacionales, y de los terrenos de ensayo adquiridos por esas instituciones. También comprende todas las organizaciones internacionales (excepto empresas), incluyendo sus instalaciones y actividades dentro de las fronteras de un país.

Investigadores

Los investigadores son profesionales que trabajan en la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, y en la gestión de los respectivos proyectos.

Becarios de I+D o doctorado

Los estudiantes postgraduados que desarrollan actividades de I+D deben ser considerados como investigadores e indicarse por separado. Si no constituyen una categoría diferente y son considerados como empleados, técnicos o investigadores, se suelen producir incoherencias en las series relativas a investigadores.

Personal de apoyo

Se compone de técnicos, personal asimilado y otro personal de apoyo.

Técnicos y personal asimilado

Los técnicos y el personal asimilado son personas cuyas tareas principales requieren unos conocimientos y una experiencia de naturaleza técnica en uno o varios campos de la ingeniería, de las ciencias físicas y de la vida o de las ciencias sociales y las humanidades. Participan

en la I+D ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren la aplicación de métodos y principios operativos, generalmente bajo la supervisión de investigadores. El personal asimilado realiza los correspondientes trabajos bajo la supervisión de investigadores en ciencias sociales y humanidades.

Sus tareas principales son las siguientes: realizar investigaciones bibliográficas y seleccionar el material apropiado en archivos y bibliotecas; elaborar programas para ordenador; llevar a cabo experimentos, pruebas y análisis; preparar los materiales y equipo necesarios para la realización de experimentos, pruebas y análisis; hacer mediciones y cálculos y preparar cuadros y gráficos; llevar a cabo encuestas estadísticas y entrevistas.

Otro personal de apoyo

El otro personal de apoyo incluye los trabajadores, cualificados o no, y el personal de secretariado y de oficina que participan en la ejecución de proyectos de I+D o que están directamente relacionados con la ejecución de tales proyectos.

Equivalencia a jornada completa (EJC)

La equivalencia a jornada completa (EJC) se calcula considerando para cada persona únicamente la proporción de su tiempo (o su jornada) que dedica a I+D (o ACT, cuando corresponda).

Un EJC puede entenderse como el equivalente a una persona-año. Así, quien habitualmente emplea el 30 % de su tiempo a I+D y el resto a otras actividades (tales como enseñanza, administración universitaria y orientación de alumnos) debe ser considerado como 0,3 EJC. Igualmente, si un trabajador de I+D con dedicación plena está empleado en una unidad de I+D 6 meses únicamente, el resultado es un EJC de 0,5. Puesto que la jornada (período) laboral normal puede diferir de un sector a otro, e incluso de una institución a otra, es imposible expresar la equivalencia a jornada completa en personas/año.

Teóricamente, la conversión en equivalencia a jornada completa debería aplicarse a todo el personal de I+D a tomar en consideración. En la práctica, se acepta que las personas que emplean más del 90% de su tiempo a I+D (por ejemplo, la mayor parte del personal empleado en laboratorios de I+D) sean consideradas con equivalencia de dedicación plena del 100% y de la misma forma, podrían excluirse todas las personas que dedican menos del 10% de su tiempo a I+D

La I+D puede ser la función principal de algunas personas (por ejemplo, los empleados de un laboratorio de I+D), o sólo la función secundaria (por ejemplo, los empleados de un establecimiento dedicado a proyectos y ensayos). La I+D puede igualmente representar una fracción apreciable de la actividad en determinadas profesiones (por ejemplo, los profesores universitarios y los estudiantes postgraduados). Si se computaran únicamente las personas empleadas en

centros de I+D, resultaría una subestimación del esfuerzo dedicado a I+D; por el contrario, si se contabilizaran todas las personas que dedican algún tiempo a I+D, se produciría una sobreestimación. Es preciso, por tanto, traducir a equivalencia a jornada completa (EJC) el número de personas que realizan actividades de I+D.

Investigación básica

La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

Investigación aplicada

La investigación aplicada consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.

Desarrollo experimental

Consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios; o a la mejora sustancial de los ya existentes.

3. CAMPOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

1. Ciencias Naturales y Exactas

- 1.1 Matemáticas
- 1.2 Ciencias de la información y la computación
- 1.3 Ciencias físicas
- 1.4 Ciencias químicas
- 1.5 Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio
- 1.6 Ciencias biológicas
- 1.7 Otras ciencias naturales

2. Ingeniería y Tecnología

- 2.1 Ingeniería civil
- 2.2 Ingeniería eléctrica, electrónica e informática.
- 2.3 Ingeniería mecánica
- 2.4 Ingeniería química
- 2.5 Ingeniería de los materiales
- 2.6 Ingeniería médica
- 2.7 Ingeniería ambiental
- 2.8 Biotecnología ambiental
- 2.9 Biotecnología industrial
- 2.10 Nanotecnología
- 2.11 Otras ingenierías y tecnologías

3. Ciencias Médicas

- 3.1 Medicina básica
- 3.2 Medicina clínica
- 3.3 Ciencias de la salud

- 3.4 Biotecnología médica
- 3.5 Otras ciencias médicas

4. Ciencias Agrícolas

- 4.1 Agricultura, silvicultura y pesca
- 4.2 Ciencia animal y de los lácteos
- 4.3 Ciencia veterinaria
- 4.4 Biotecnología agrícola
- 4.5 Otras ciencias agrícolas

5. Ciencias Sociales

- 5.1 Psicología y ciencias cognitivas
- 5.2 Economía y comercio
- 5.3 Educación
- 5.4 Sociología
- 5.5 Derecho
- 5.6 Ciencia política
- 5.7 Geografía social y económica
- 5.8 Medios de comunicación
- 5.9 Otras ciencias sociales

6. Humanidades

- 6.1 Historia y arqueología
- 6.2 Lengua y literatura
- 6.3 Filosofía, ética y religión
- 6.4 Artes (Arte, historia del arte, artes escénicas, música)
- 6.5 Otras humanidades

4. GLOSARIO DE SIGLAS

ACT*: Actividades Científicas y Tecnológicas
 BID: Banco Interamericano de Desarrollo
 BIOSIS: Biological Abstracts
 CCST: Caribbean Council on Science and Technology
 CIDI: Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral
 COMPENDEX: Engineering Index
 CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)
 CyT: Ciencia y Tecnología
 EJC*: Equivalencia a Jornada Completa
 I+D*: Investigación y Desarrollo
 ICYT: Índice Español de Ciencia y Tecnología
 IEDCYT: Instituto de Estudios Documentales sobre la Ciencia y la Tecnología
 INSPEC: Physics Abstracts
 MEDLINE: Index Medicus
 NSF: National Science Foundation
 OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
 OEA: Organización de Estados Americanos
 OPSFL: Organizaciones privadas sin fines de lucro
 PASCAL: Bibliographie International
 PBI: Producto bruto interno
 PEA: Población económicamente activa
 PF: Personas físicas
 PPC: Paridad de Poder de Compra
 RICYT: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana-
 SCI: Science Citation Index

SCT*: Servicios Científicos y Tecnológicos
SSCI: Social Science Citation Index
UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la
Educación, la Ciencia y la Cultura.

(*): Para más detalle, ver punto 2 de este anexo: Definiciones básicas utilizadas.