

EL ESTADO DE LA CIENCIA



Principales Indicadores de
Ciencia y Tecnología
Iberoamericanos /
Interamericanos

2017

EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología
Iberoamericanos / Interamericanos
2017

El presente informe ha sido elaborado por el equipo técnico responsable de las actividades de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT), con el apoyo de colaboradores especializados en las diferentes temáticas que se presentan.

El volumen incluye resultados de las actividades del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

La edición de este libro cuenta con el apoyo del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES) e incorpora resultados de actividades desarrolladas en el marco de la Cátedra UNESCO de Indicadores de Ciencia y Tecnología.

Coordinador de Observatorio CTS:

Mario Albornoz

Coordinador de RICYT:

Rodolfo Barrere

Colaboradores:

Juan Sokil

Manuel Crespo

Colaboraron también en este informe:

Pablo Sánchez Macchioli, Laura Osorio, Charlotte Guillard,
Mónica Salazar, Carmelo Polino y Yurij Castelfranchi.

Si desea obtener las publicaciones de la RICYT o solicitar 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

Ilustración 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	E-MAIL	ORGANISMO	SIGLA
ARGENTINA	Gustavo Arber	garber@mincyt.gov.ar	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva	MINCYT
BOLIVIA	Cindy Karen Baez Orozco	cindy.baezorozco@gmail.com	Viceministerio de Ciencia y Tecnología	VCYT
BRASIL	Carlos Roberto Colares Goncalves	croberto@mcti.gov.br	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	MCTIC
CANADÁ	Francois Rimbaud	Francois.Rimbaud@ic.gc.ca	Industry Canada - National Research Council	IC/NRC
CHILE	Paula Astudillo	pastudillo@conicyt.cl	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica	CONICYT
COLOMBIA	Jorge Lucio Álvarez	jlucio@ocyt.org.co	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología	OCYT
COSTA RICA	Diego Vargas Pérez	diego.vargas@micit.go.cr	Ministerio de Ciencia y Tecnología	MICIT
CUBA	Jesús Chía	chia@citma.cu	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	CITMA
ECUADOR	Diego Fernando Cueva Ochoa	dcueva@senescyt.gob.ec	Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación	SENESCYT
EL SALVADOR	Doris Ruth Salinas de Alens	dsalinas@conacyt.gob.sv	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
ESPAÑA	Belén González Olmos	bgolmos@ine.es	Instituto Nacional de Estadística	INE
ESTADOS UNIDOS	John R. Gawalt	jpgawalt@nsf.gov	The National Center for Science and Engineering	NCSES
GUATEMALA	Guillermo De León	gdeleon@concyt.gob.gt	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONCYT
HONDURAS	Alexander David Castro	alexander.david@senacit.gob.hn	Instituto Hondureño de Ciencia, Tecnología y la Innovación	IHCIETI
JAMAICA	Aisha Jones	ajones_ncst@mstem.gov.jm	National Commission on Science and Technology	NCST
MÉXICO	Viridiana Gabriela Yañez Rivas	vgyanezri@conacyt.mx	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
NICARAGUA	Kevin Alexander Rodriguez Loáisiga	estadisticas@conicyt.gob.ni	Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología	CONICYT
PANAMÁ	Doris Quiel	dquiel@senacyt.gob.pa	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	SENACYT
PARAGUAY	Nathalie Elizabeth Alderete Troche	nalderete@conacyt.gov.py	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
PERÚ	Fernando Jaime Ortega San Martín	fortega@concytec.gob.pe	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONCYTEC
PORTUGAL	Alexandre da Silva Paredes	alexandre.paredes@dgeec.mec.pt	Direção Geral das Estatísticas da Educação e Ciência	DGEEC
PUERTO RICO	Mario Marazzi Santiago	mario.marazzi@estadisticas.gobierno.pr	Instituto de Estadísticas de Puerto Rico	
REPÚBLICA DOMINICANA	Plácido Gómez Ramírez	pgomezramirez@gmail.com	Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología	MESCyT
TRINIDAD Y TOBAGO	Sharon Parmanan	sparmanan@niherst.gov.tt	National Institute of Higher Education, Research, Science and Technology	NIHERST
URUGUAY	Ximena Usher	xusher@anii.org.uy	Agencia Nacional de Investigación e Innovación	ANII
VENEZUELA	Mariel Colmenares	mcolmenares@oncti.gob.ve	Observatorio Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación	ONCTI

EL ESTADO DE LA CIENCIA



ÍNDICE



PÁG. 9: PRÓLOGO

PÁG. 11: **1.** EL ESTADO DE LA CIENCIA

PÁG. 13: **1.1.** EL ESTADO DE LA CIENCIA
EN IMÁGENES.

PÁG. 29: **2.** ENFOQUES TEMÁTICOS

PÁG. 31: **2.1.** LAS UNIVERSIDADES LIDERAN
LA I+D EN AMÉRICA LATINA.

PÁG. 45: **2.2.** INSTRUMENTOS DE POLÍTICA
CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE
INNOVACIÓN EN AMÉRICA
LATINA. PRINCIPALES TENDENCIAS
EN ARGENTINA, BRASIL Y MÉXICO.

PÁG. 55:	2.3. LA EXPERIENCIA EN ENCUESTAS DE INNOVACIÓN DE ALGUNOS PAÍSES LATINOAMERICANOS.
PÁG. 65:	2.4. CONSUMO INFORMATIVO SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. VALIDEZ Y RELEVANCIA DEL ÍNDICE ICIC PARA LA MEDICIÓN DE LA PERCEPCIÓN PÚBLICA.
PÁG. 79:	3. INDICADORES COMPARATIVOS
PÁG. 153:	ANEXO. DEFINICIONES DE INDICADORES SELECCIONADOS

La RICYT publica una nueva edición de El Estado de la Ciencia, al tiempo que cumple sus 22 años de trabajo en Iberoamérica. Este libro es el resultado del esfuerzo conjunto de los países participantes, que aportan la información estadística incluida en este volumen, y de una activa comunidad de expertos en indicadores, acompañados por distintos organismos internacionales que dan respaldo a la red.

Fue el trabajo conjunto de estos años el que permite hoy que la RICYT ponga a disposición en su base de datos 65 indicadores comparativos de inversión en ciencia y tecnología, personal, publicaciones, patentes y graduados. De todos ellos, una selección de 34 indicadores se incluye en este volumen.

Esta edición no sólo contiene información estadística, sino también una serie de estudios que analizan la situación actual y las tendencias de la ciencia, la tecnología y la innovación en Iberoamérica. También se abordan diferentes aspectos técnicos de las metodologías necesarias para desarrollar una precisa y adecuada medición de estas actividades.

Como es habitual, bajo el título de “El Estado de la Ciencia en Imágenes”, el primer capítulo de este libro ofrece una representación gráfica de los principales indicadores, dando cuenta de manera sintética de las tendencias de la ciencia y la tecnología iberoamericana, 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 también se incluyen cuatro estudios que hacen focos en diferentes temáticas que se encuentran en el centro de las discusiones actuales de la medición de la ciencia, la tecnología y la innovación.

El primero de ellos, realizado por Mario Albornoz, Rodolfo Barrere y Juan Sokil y titulado “Las universidades lideran la I+D en América Latina”, da cuenta del papel central que tienen estas instituciones en la ciencia y la tecnología de la región. El estudio combina información de inversión y recursos humanos, junto con un análisis bibliométrico y de patentes, agregando también información sobre la vinculación de las universidades con el entorno.

El resultado es un panorama general de la investigación en el sector universitario latinoamericano, puesto en el contexto mundial. Incluye también una detallada radiografía de las veinte universidades más activas en I+D en la región. Concluye con algunas reflexiones sobre el rol de las universidades en la región, sus desafíos actuales y oportunidades futuras.

El segundo trabajo, realizado por Pablo Sánchez Macchioli y Laura Osorio, aprovecha la información disponible en la plataforma Políticas CTI para describir las tendencias principales de las políticas en ciencia, tecnología e innovación en Argentina, Brasil y México. Parte para ello del análisis de su operacionalización por

medio de instrumentos y programas. El artículo busca identificar la importancia que se le otorga a los sectores estratégicos en los marcos normativos de estos países y cómo esto se constata a través de los programas implementados en cada caso.

En “La experiencia en encuestas de innovación de los países latinoamericanos”, Charlotte Guillard y Mónica Salazar presentan los resultados obtenidos de una encuesta realizada a los responsables de la realización de encuestas de innovación en la región. En ella se relevaron características metodológicas y particularidades nacionales, que son analizadas de manera comparativa. El trabajo, realizado en conjunto por la RICYT y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), tuvo también la intención de ser un insumo para la nueva revisión del Manual de Oslo que está realizando la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Por último, Carmelo Polino y Yuriy Castelfranchi son los autores de “Consumo informativo sobre ciencia tecnología. Validez y relevancia del índice ICIC para la medición de la percepción pública”. El artículo muestra la consistencia metodológica del índice ICIC, desarrollado en trabajos anteriores, como proxy del acceso que tienen las personas a la información especializada a través de los medios de comunicación. Los autores argumentan sobre su relevancia como indicador del modelo de la percepción pública de la ciencia y la tecnología.

10 Este libro se complementa con la información publicada por la RICYT en su sitio web (www.ricyt.org), en el cual se publican todos los indicadores actualizados de insumos y productos de la I+D e innovación, así como documentos metodológicos y los contenidos surgidos de las actividades de la red.

Rodolfo Barrere

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 de los indicadores de ciencia y tecnología de América Latina y el Caribe (ALC) e Iberoamérica.

La información para la elaboración de estos gráficos es tomada de la base de datos de la RICYT, cuyos indicadores principales los encontrará en las tablas de la última sección de este volumen y en el sitio www.ricyt.org. Es importante hacer algunas aclaraciones respecto a su construcción. Los subtotales de América Latina y el Caribe e Iberoamérica son construidos a partir de la información brindada por los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología de cada país durante el relevamiento anual sobre actividades científicas y tecnológicas que realiza la red y completados con estimaciones a cargo de la coordinación. En el caso de las estimaciones para los regionales de Europa, Asia y África se utilizan las bases de datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (<http://www.oecd.org>) y la del Instituto de Estadísticas de la Unesco (UIS) (<http://www.uis.unesco.org>).

En los gráficos incluidos en este informe se toman como período de referencia los diez años comprendidos entre el 2006 y el 2015, 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 al dólar. En el caso de los países de Iberoamérica y el Caribe 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 acerca de publicaciones científicas y de patentes. Este informe contiene información de bases de datos multidisciplinarias, como Science Citation Index y Scopus, así como también de bases de datos especializadas en diferentes áreas temáticas.

En el caso de las patentes, se presenta información obtenida de las oficinas de propiedad industrial 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

La economía del conjunto de países de América Latina y el Caribe (ALC) tuvo una evolución positiva a lo largo de los últimos diez años, reflejándose en un crecimiento del 57% de su Producto Bruto Interno (PBI) entre 2006 y 2015. Iberoamérica tiene un crecimiento algo menor, habiendo recibido de manera más drástica los efectos de la crisis de 2008.

Sin embargo, ese proceso se está agotando: 2015 es el año con menor crecimiento desde 2009; apenas el 1% en ambos bloques.

La inversión en I+D

La evolución positiva del PBI en gran parte de la última década propició un aumento de los recursos económicos destinados a I+D. La inversión en I+D de ALC mostró un crecimiento del 106%. En Iberoamérica se observó un aumento del 78%. El menor crecimiento con respecto a ALC se explica porque, luego de la crisis económica que impactó en la región en 2009, se registró un descenso de la inversión en I+D de España y Portugal (cercano al 2% anual durante el último lustro).

En la actualidad, los problemas económicos de muchos países de ALC empiezan a reflejarse en la inversión en I+D: 2015 es el año con menor crecimiento de la serie con un 1,3%, apenas por encima del crecimiento del PBI.

Por otra parte, es importante no perder de vista que dicha inversión representa tan sólo el 3,5% del total mundial. La región se caracteriza por un fenómeno de concentración en el cual Brasil, México y Argentina, representan el 89% de la inversión regional.

En términos relativos al PBI, el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,79% del producto bruto regional en 2015, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,70%.

Brasil es el país iberoamericano que más esfuerzo relativo realiza en I+D, invirtiendo el 1,27% de su PBI en estas actividades. Portugal y España alcanzan el 1,24% y 1,22% respectivamente. El resto de los países latinoamericanos invirtieron menos del 0,7% de sus productos en I+D.

Comparativamente, la inversión de los países de ALC e Iberoamérica continúa teniendo una baja intensidad en comparación a la de los países industrializados. Por ejemplo, Corea e Israel superan el 4%, mientras que Alemania y EEUU rondan el 2,8%.

Recursos humanos dedicados a I+D

La cantidad de investigadores y becarios EJC en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 26% entre 2006 y 2015, al pasar de 350.882 a 442.620 investigadores. Si tenemos en cuenta su distribución de acuerdo a su sector de empleo, podemos observar que en el 2015 el 56% realizó sus actividades de investigación en el ámbito universitario.

Graduados

El total de graduados de licenciatura pasó de aproximadamente 1,76 millones en 2006 a 2,46 millones en 2015. Las ciencias sociales continúan siendo las más elegidas por los estudiantes de grado en Iberoamérica: el 55% de los titulados de grado provenían de estas áreas.

El número total de estudiantes que finalizaron sus estudios de doctorado en Iberoamérica ha tenido un crecimiento significativo, pasando de alrededor de 21 mil en 2006 a 44 mil en 2015. A diferencia de los titulados de grado y de maestría, los títulos de doctorado se reparten entre Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Exactas y Humanidades con porcentajes similares, 24%, 24% y 21% respectivamente.

Publicaciones

Dentro del período de referencia, la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas por autores de ALC creció un 96% en la base SCOPUS. Se destaca el crecimiento de Brasil que logró aumentar en un 102% la cantidad publicaciones en esta base de datos. Iberoamérica logro aumentar su participación en la misma base un 55% durante el período, alcanzando el 7,9% de la producción científica mundial.

Patentes

La cantidad total de patentes solicitadas en las oficinas nacionales de los países iberoamericanos, aumentó un 32% entre 2006 y 2015, mientras que lo hizo un 27% en ALC. En Iberoamérica Portugal incrementa el número de patentes en un 83% mientras que España lo hace un 14%.

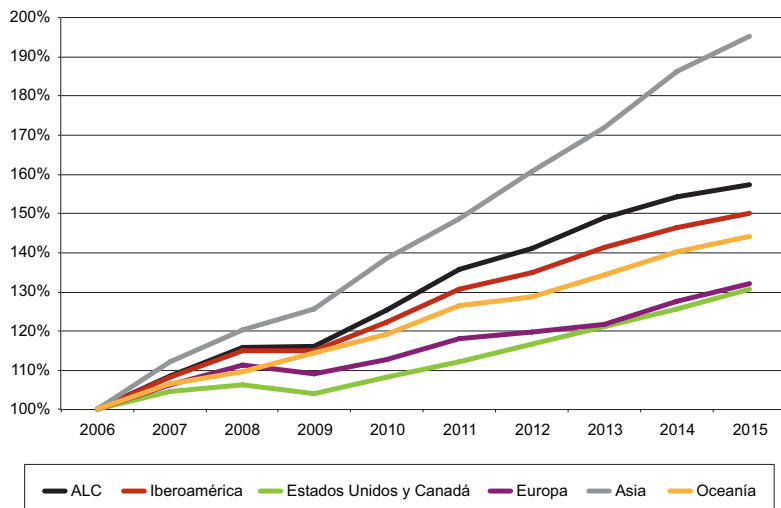
En ALC el incremento es liderado por Chile que quintuplica sus solicitudes y Colombia que las triplica, pero con un impacto muy pequeño sobre el total ALC, otros países de la región, como Argentina, disminuyen un 40% la solicitud de patentes durante el período.

El 96% de solicitudes de patentes en Iberoamérica corresponden a empresas extranjeras que protegen productos en los mercados de la región, ese porcentaje es de 84% en ALC.

1. EL CONTEXTO ECONÓMICO

1.1. Evolución porcentual del PBI en bloques geográficos seleccionados

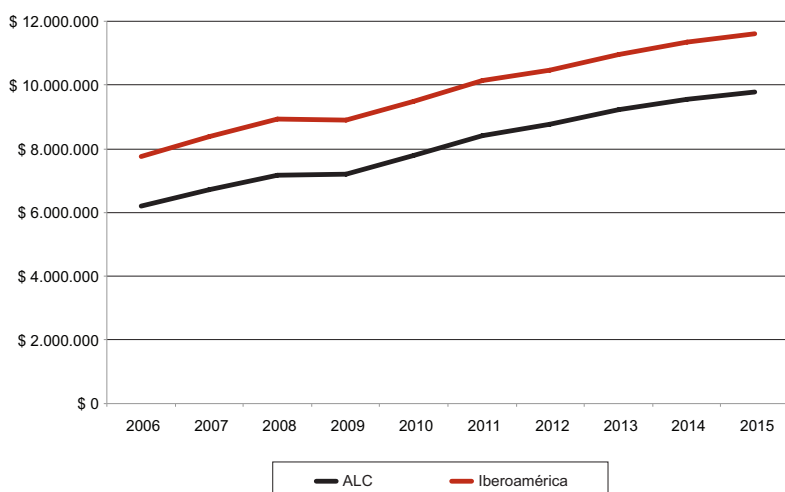
La economía mundial mostró una tendencia positiva desde el 2006 hasta el año 2009, cuando la crisis económica a nivel mundial estancó al PBI en la mayoría de los bloques geográficos que aquí se presentan. A partir de allí, la mejora continuó en todas las regiones. Los países asiáticos son los de mayor crecimiento, con un 95%, mientras que ALC aparece a continuación, con un aumento del 57% de su economía. Iberoamérica tiene un crecimiento algo menor, habiendo recibido de manera más drástica los efectos de la crisis de 2008.



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

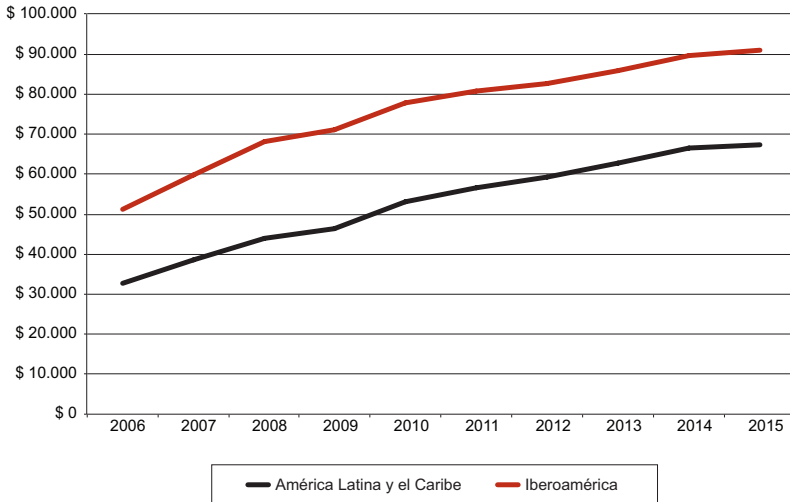
El **Gráfico 1.2** muestra los valores del PBI de ALC e Iberoamérica, medido en PPC, en valores absolutos. En el caso de ALC, a lo largo de los diez años representados, se observa un crecimiento total del 57%, mientras que el caso de Iberoamérica es del 50%.

La tendencia es similar y de crecimiento constante entre 2006 y 2008 para los dos bloques, con un promedio del 7% interanual. En 2009 se observa una desaceleración, relacionada con el impacto de la crisis internacional. En los años posteriores se recupera la evolución positiva, aunque el promedio de crecimiento interanual decrece al 5%. 2015 es, sin embargo, el año con menor crecimiento desde 2009: cerca del 1% en ambas regiones.



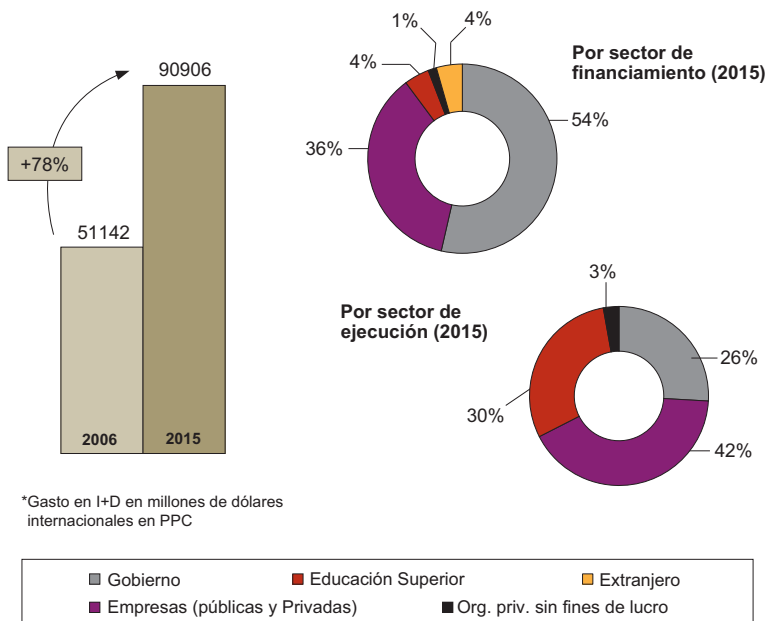
2. RECURSOS ECONÓMICOS DEDICADOS A I+D

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



En el **Gráfico 2.1** se ve reflejada la inversión en I+D, expresada en millones de dólares PPC. Se puede observar que la inversión en I+D se expandió en el periodo, acompañando en líneas generales el desarrollo de la economía. Si bien a lo largo del decenio el crecimiento de la inversión en I+D de ambos bloques es superior a la de sus respectivos PBI, los vaivenes económicos han afectado a los recursos destinados a la ciencia y la tecnología. La desaceleración del 2009 también se refleja en este gráfico, así como la moderación posterior del crecimiento. En la actualidad, los problemas económicos que vuelven a aquejar a muchos países de ALC empiezan a reflejarse en la inversión en I+D: 2015 es el año con menor crecimiento de la serie (1,3% en ambos casos).

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



*Gasto en I+D en millones de dólares internacionales en PPC

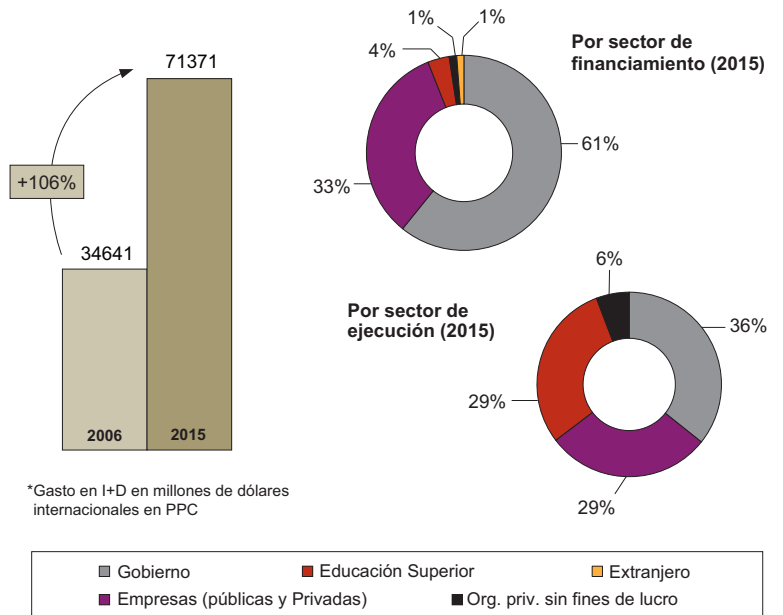
En 2015 la inversión en I+D de Iberoamérica superó los 90 mil millones de dólares PPC, lo que significó un crecimiento del 78% con respecto a los 51 mil millones de 2006. En 2015, el 54% de ese monto fue financiado por el gobierno y el 36% por las empresas. El resto de los sectores están por debajo del 5%. La ejecución de la I+D, en cambio, tiene una distribución distinta, con una transferencia de recursos del sector gobierno al resto, principalmente a la educación superior. El gobierno ejecuta el 26% de los montos financiados, las empresas el 42% y las instituciones de educación superior el 30%

*Gasto en I+D en millones de dólares internacionales en PPC

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

En ALC, en cambio, se registra un crecimiento aún mayor de la inversión en I+D, alcanzando el 106%. Se pasa así de 34 mil millones en 2006 a más de 71 mil millones de 2015. En este caso, el peso del sector gobierno en el financiamiento de la I+D es más importante que en Iberoamérica, 61% del total. La participación de las empresas es menor, financiando el 33% 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 36% de los recursos, las empresas el 29% y el sector de educación superior el 28%.

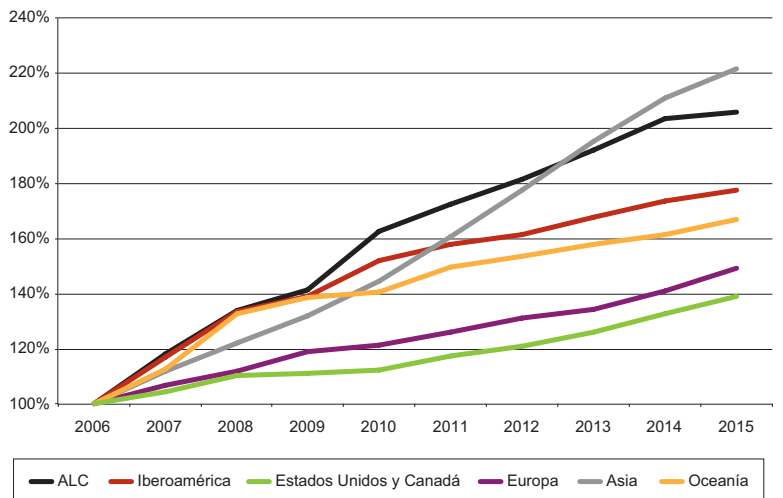


*Gasto en I+D en millones de dólares internacionales en PPC

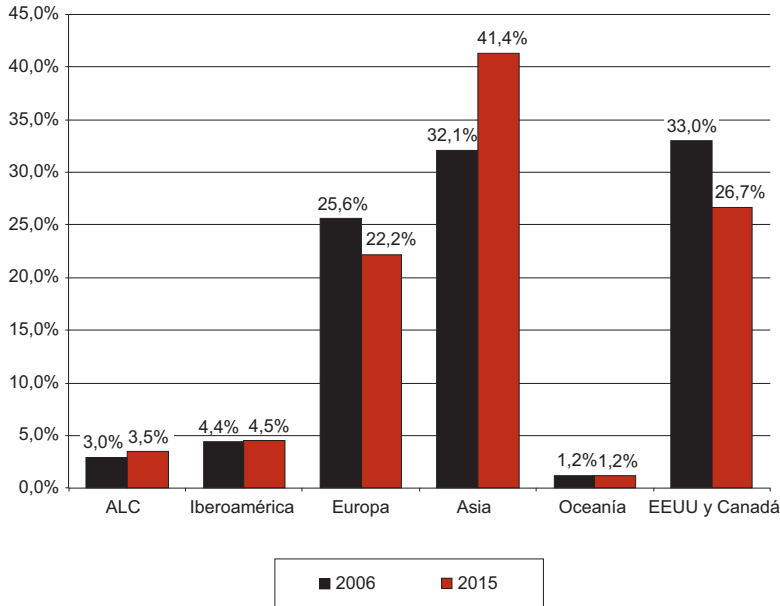
2.4. Evolución porcentual de la inversión en I+D en bloques geográficos seleccionados (dólares PPC)

En el contexto internacional, ese crecimiento de la inversión en I+D de ALC e Iberoamérica fue muy positivo. ALC aumentó su inversión en I+D un 106% en estos diez años e Iberoamérica lo hizo un 78%. Sólo Asia superó a estos bloques, con un crecimiento del 122%.

Sin embargo, es importante tener presente que la inversión en I+D de ALC en términos absolutos es considerablemente inferior a otros bloques como la Unión Europea o Estados Unidos y Canadá, los cuales mostraron una evolución de la inversión en I+D más moderada, aunque sostenida a lo largo de la serie.

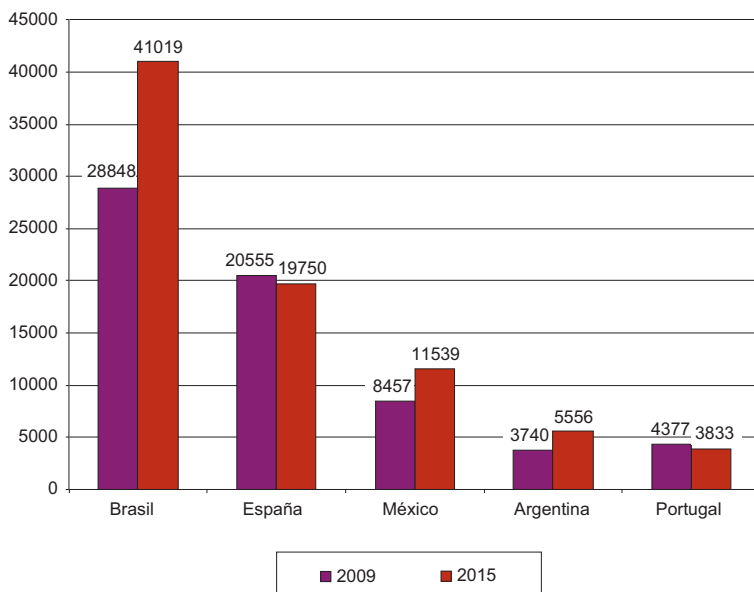


2.5. Distribución de la inversión mundial en I+D por bloques geográficos (dólares PPC)



En el **Gráfico 2.5** se observa que la inversión en I+D en el conjunto de países de ALC representó el 3,5% del monto total invertido en el mundo para el año 2015. Durante el periodo de análisis, 2006-2015, el peso relativo de ALC ha rondado en todo momento el 3%. El bloque de países asiáticos es el que tiene más peso en 2015, representando el 41,4% de la inversión a nivel mundial e impulsado, principalmente, por el crecimiento de la inversión en China, Japón, Israel y Corea. A lo largo de los últimos años, este incremento de la inversión en I+D en Asia ha generado el descenso porcentual de la Unión Europea y de Estados Unidos junto a Canadá.

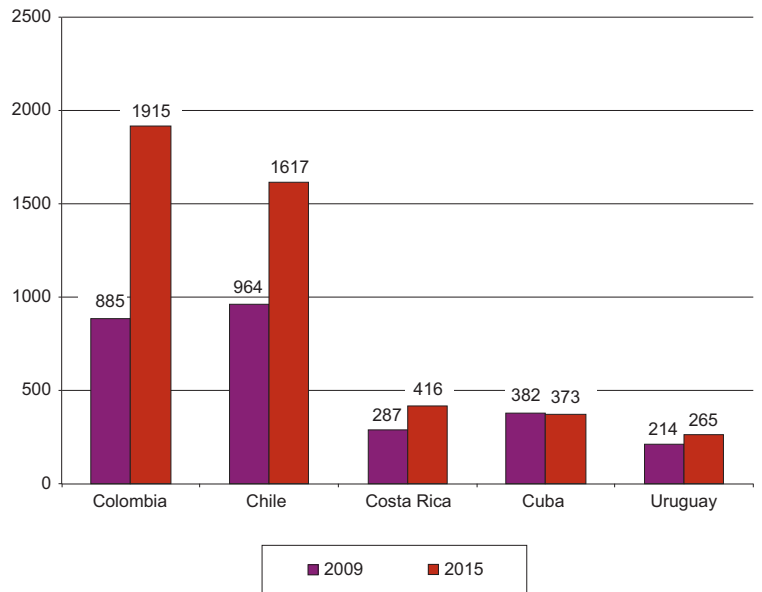
2.6. Inversión en I+D en países seleccionados (millones de dólares PPC)



Los países de mayor inversión en I+D de Iberoamérica muestran tendencias divergentes desde la crisis internacional que tuvo impacto en 2009. España y Portugal presentan un descenso de la inversión entre ese año al 2015, del 4% y 12% respectivamente. Los países de mayor inversión en ALC, en cambio, tienen una tendencia positiva. Argentina creció un 49%, Brasil un 42% y México un 36%.

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 variaciones diferentes. Colombia registró un incremento muy fuerte de su inversión en I+D, con un aumento del 116% entre 2009 y 2015. Chile alcanzó el 68% y Costa Rica un 45%, Uruguay por su parte aumentó un 24%. Cuba en cambio, descendió un 2% su inversión en I+D entre 2009 y 2015.



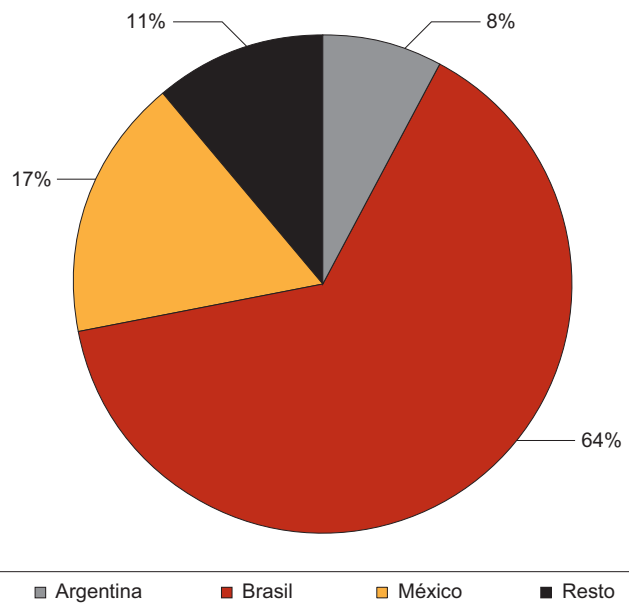
* O último dato disponible.

20

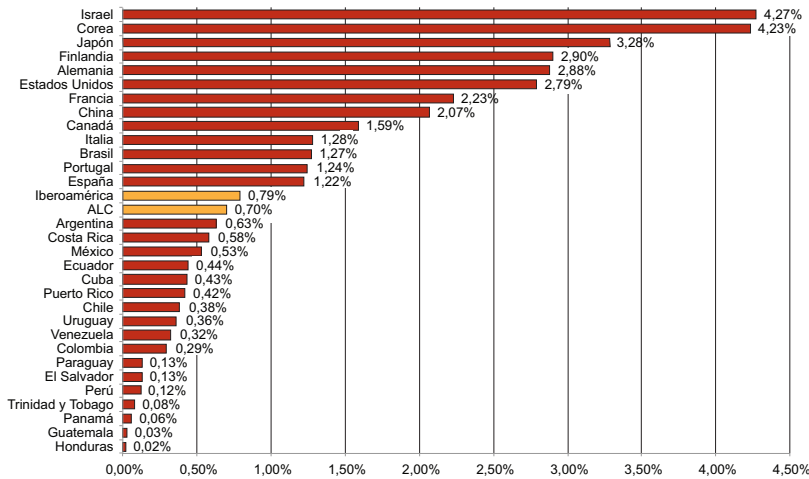
2.8. Distribución de la inversión en I+D en ALC en 2015 (dólares PPC)

Otra característica de ALC es la fuerte concentración de la inversión en I+D: sólo tres países representan el 88% del esfuerzo regional. Brasil representó el 64%, seguido por México con el 17% y Argentina con el 7%. El resto de los países acumulan el otro 12%.

Si bien esta concentración guarda relación con la que se da al comparar el tamaño de sus economías con el valor del PBI a nivel regional, la brecha existente entre estos tres países y el resto de los países de América Latina en materia de inversión en I+D resulta aún más significativa.



2.9. Inversión en I+D en relación al PBI en países y regiones seleccionados (2015 o último dato disponible)

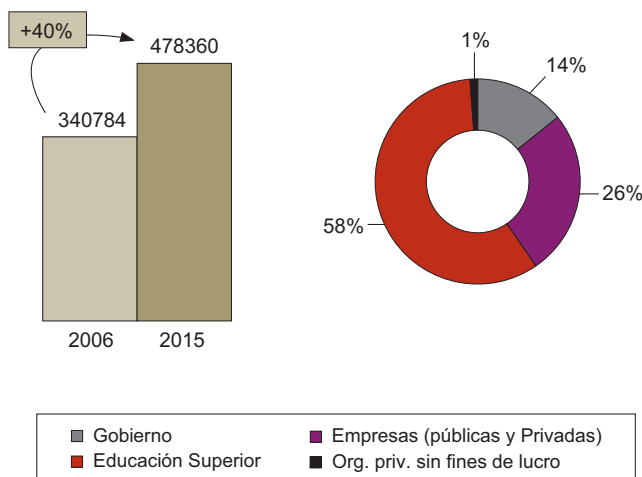


En 2015 el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,79% del producto bruto regional, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,70%. Brasil es el país iberoamericano que más esfuerzo relativo realiza en I+D, invirtiendo el 1,27% de su PBI en estas actividades. Portugal alcanza el 1,24% y España el 1,22%. El resto de los países latinoamericanos invirtieron menos del 0,7% de sus productos 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, Corea e Israel superan el 4%, mientras que Alemania y EEUU están se encuentran en 2,88% y 2,79% respectivamente.

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



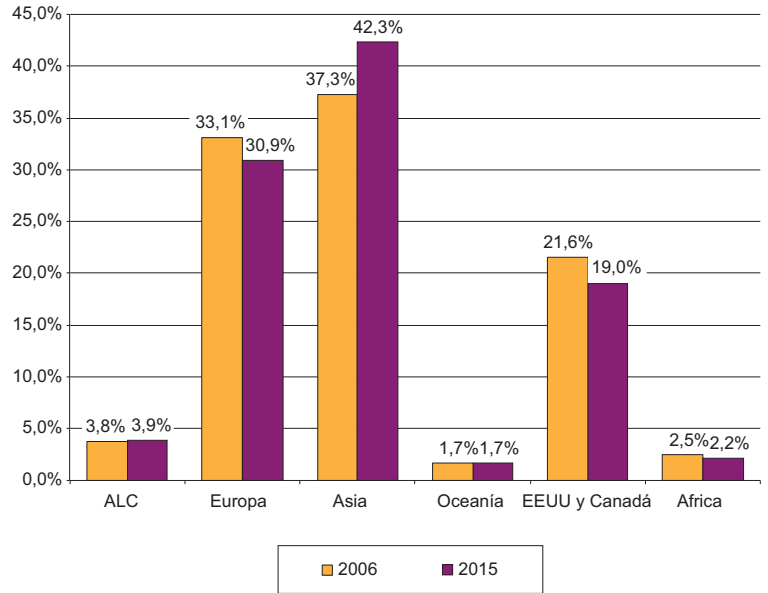
La cantidad de investigadores EJC en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 40% entre 2006 y 2015, pasando de 340.784 a 478.360.

La información sobre la cantidad de investigadores del **Gráfico 3.1** se encuentra expresada en Equivalencia a Jornada Completa (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 a su sector de empleo, en el 2015 el 58% de los investigadores realizó sus actividades de investigación en el ámbito universitario. El 26% de los investigadores EJC de la región se desempeñaron en el sector empresarial y el 16% lo hicieron en instituciones de I+D pertenecientes al ámbito público.

3.2. Distribución de Investigadores (EJC) por bloques geográficos

En el **Gráfico 3.2** se observa que los investigadores EJC de ALC representan el 3,9% del total mundial. Durante el periodo de análisis, 2006-2015, el peso relativo de ALC se ha mantenido constante. El bloque de países asiáticos es aquel que tiene más peso en 2015, representando el 42,3% de la inversión a nivel mundial, ampliando la brecha con respecto a de la Unión Europea y Estados Unidos junto a Canadá.

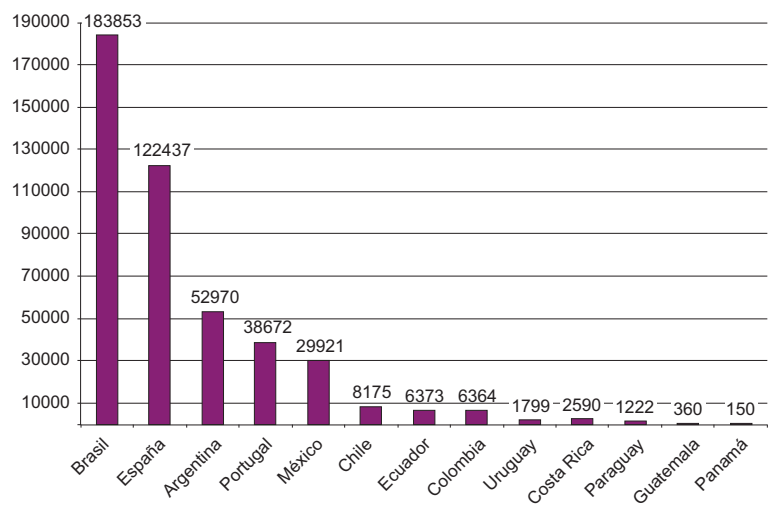


3.3. Cantidad de investigadores y becarios (EJC) en países seleccionados (año 2015 o último dato disponible)

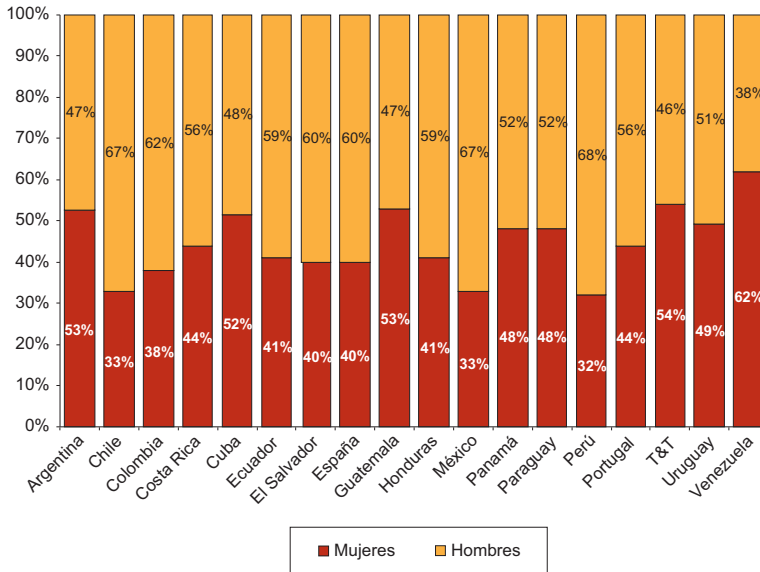
Si se analiza la cantidad de investigadores EJC en cada país de Iberoamérica, se obtiene un panorama similar al señalado para el gasto en I+D, en el que se evidencia una distribución de recursos muy desigual entre los países de la región.

De acuerdo al último dato informado por los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología de cada país, podemos ver que Brasil y España concentran la mayor cantidad de investigadores EJC. En el caso de Brasil, el país cuenta con 183.853 investigadores, un valor casi cuatro veces mayor que el país latinoamericano que le sigue: Argentina, con 52.970 investigadores.

A continuación aparecen Portugal, con un volumen de 38.672 investigadores, y México con 29.921. En una escala menor, se encuentran países como Chile, Ecuador y Colombia, con 8.175, 6.373 y 6.364 investigadores EJC respectivamente.

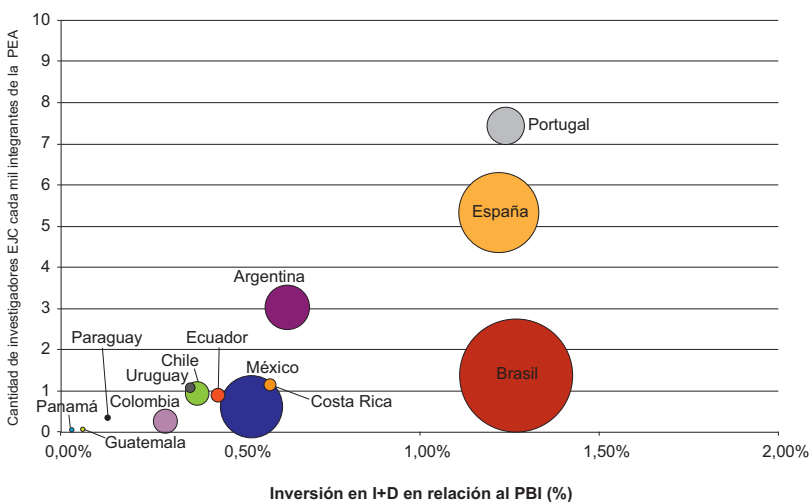


3.4. Investigadores y becarios según género (año 2015 o último disponible)



Resulta interesante también analizar el porcentaje de mujeres y hombres abocados a tareas de investigación. Para ello, en el **Gráfico 3.4** se presentan los porcentajes de la desagregación de investigadores, expresados en cantidad de personas físicas, según género. Se evidencia que la cantidad de hombres investigadores es mayor que el de mujeres en la mayoría de los países, aunque en otros se ha alcanzado una virtual paridad.

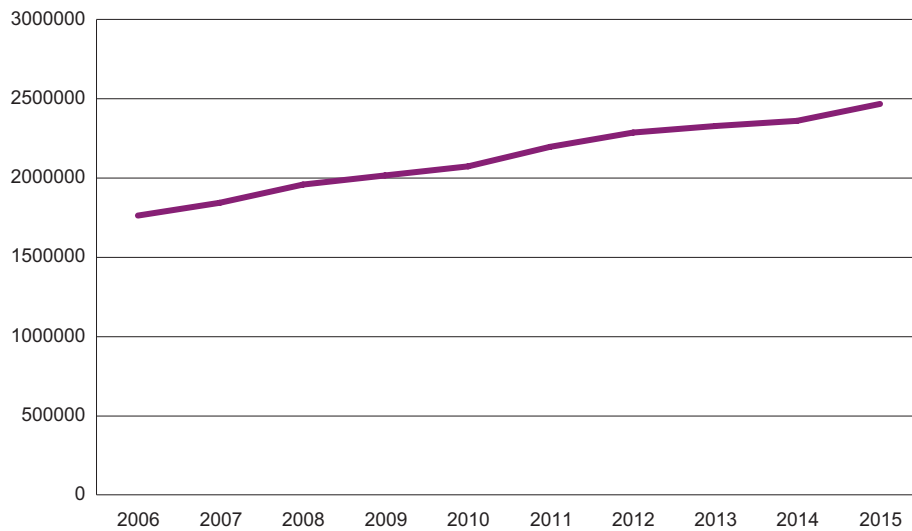
3.5. Mapa de posicionamiento de países iberoamericanos según recursos dedicados a I+D (2015 o último dato disponible)



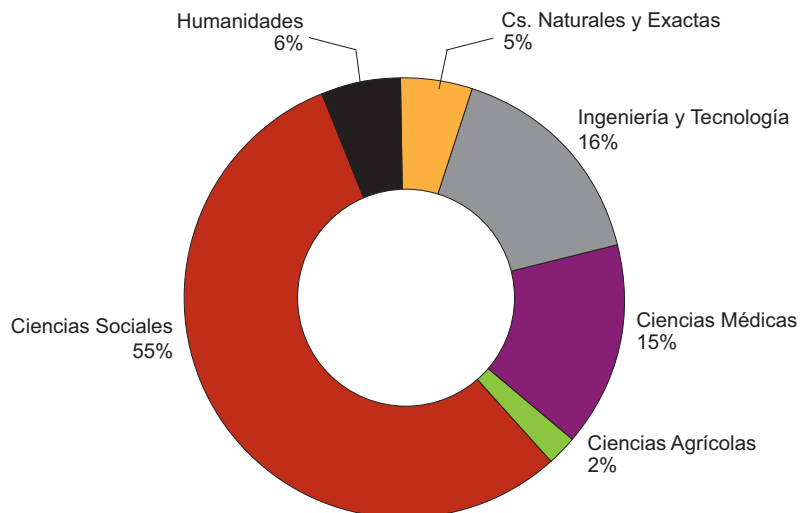
En el **Gráfico 3.5** se encuentran representados el total de países de Iberoamérica de acuerdo a tres variables que resumen los recursos financieros y humanos dedicados por cada país a la I+D. El tamaño de la burbuja es proporcional a la inversión en I+D que realiza cada país, y éstas se ubican de acuerdo a los valores que adopta la inversión en relación al PBI en el eje horizontal y la cantidad de investigadores EJC del país según la Población Económicamente Activa (PEA) en el eje vertical. Como resultado, en el panorama que obtenemos los países mejor posicionados de acuerdo a 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 brasilero como el mexicano, la cantidad de investigadores en relación a la PEA es menor que la de algunos países con economías de menor tamaño relativo. Además, se puede observar que la mayor cantidad de países se ubican en valores menores al 0,5% de la inversión en I+D en relación al PBI, 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 GRADUADOS

4.1. Evolución del número de titulados de grado en Iberoamérica



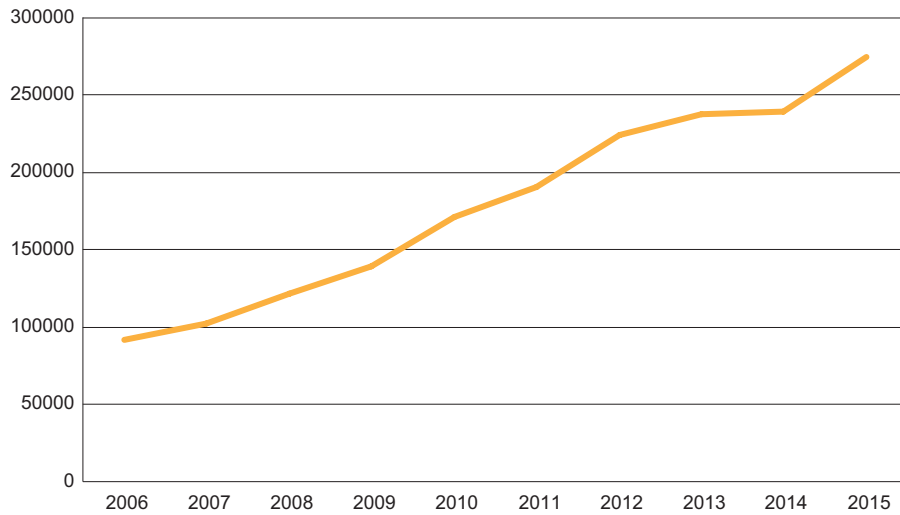
4.2. Titulados de grado en Iberoamérica según disciplina científica, año 2015



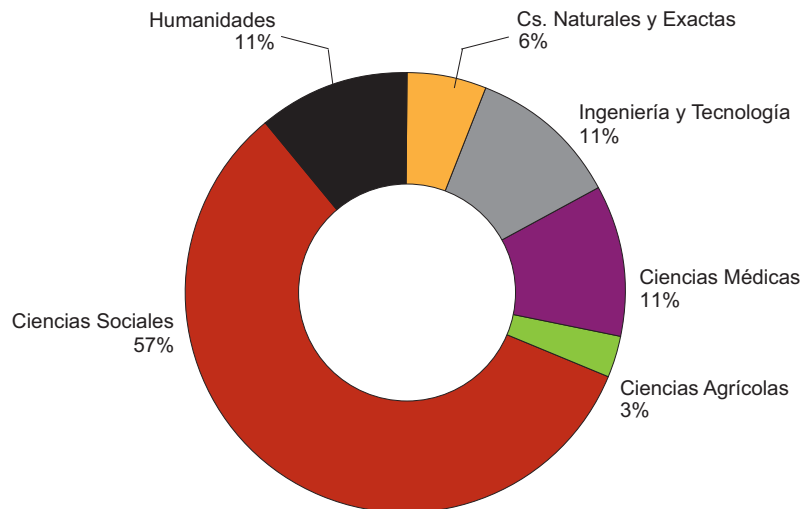
El **Gráfico 4.1** representa la evolución del total de titulados de grado en Iberoamérica entre los años 2006 y 2015. Se observa que el total de titulados pasó de aproximadamente 1,76 millones de títulos en carreras de grado en 2006 a 2,46 millones en 2015, lo cual implicó un crecimiento del 40%.

Si analizamos la composición de los titulados de grado según disciplina científica al final del período, observamos que las ciencias sociales ocupan un lugar preponderante en el total de egresados de carreras de grado en Iberoamérica representando el 55% del total de títulos. Le siguen luego las la ingeniería y tecnología y las ciencias médicas con 16% y 15% respectivamente. Las disciplinas humanísticas, por su parte, representaron el 6% y las ciencias naturales y exactas, el 5%.

4.3. Evolución del número de titulados de maestrías en Iberoamérica

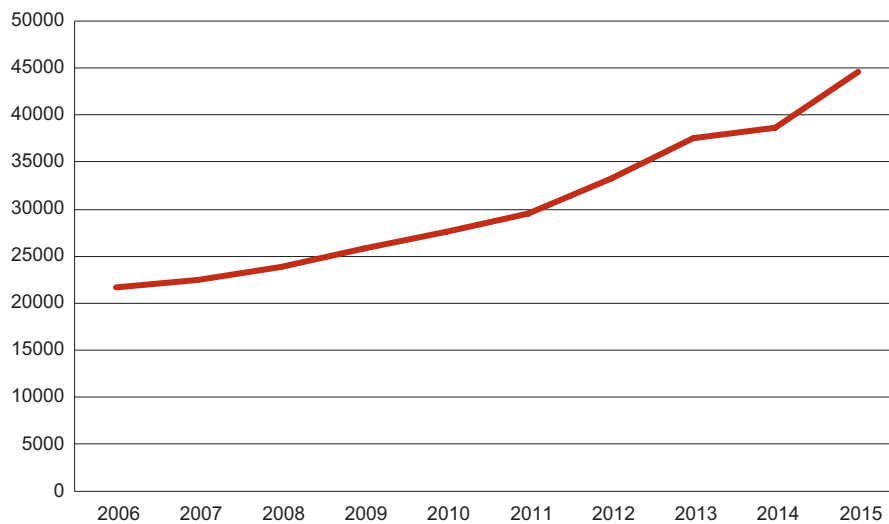


4.4. Titulados de maestrías en Iberoamérica según disciplina científica, año 2015

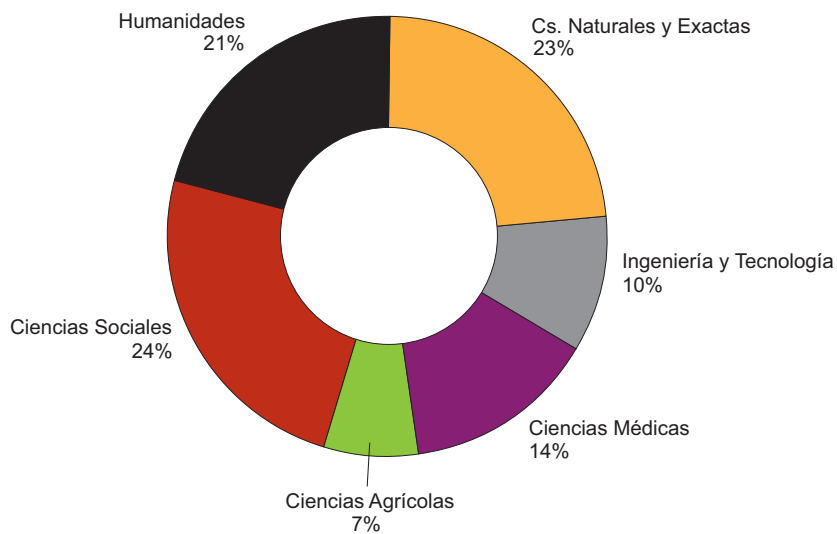


La cantidad de graduados de maestrías prácticamente se ha triplicado desde 2006 a 2015. Respecto a la distribución por disciplina científica en 2015, el predominio, con un 57%, corresponde a las ciencias sociales, seguidos por los graduados en ingeniería y tecnología, ciencias médicas y humanidades, con 11% cada uno.

4.5. Evolución del número de doctores en Iberoamérica



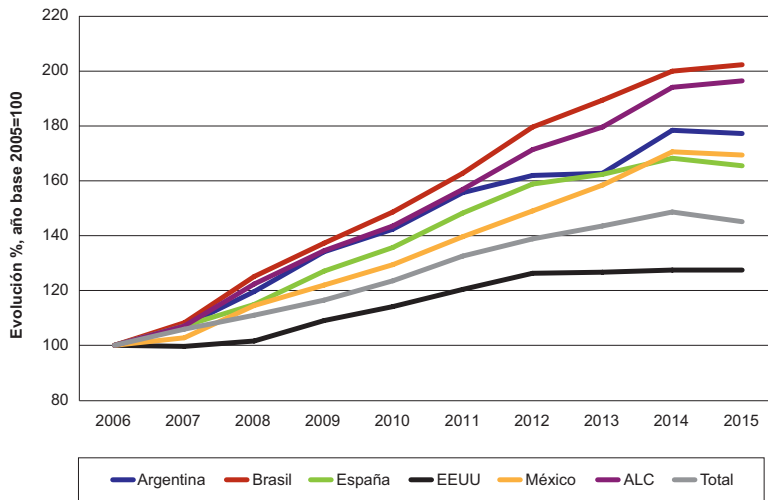
26 4.6. Doctorados en Iberoamérica según disciplina científica, año 2015



El número total de estudiantes que finalizaron sus estudios de doctorado en Iberoamérica ha tenido un crecimiento significativo, pasando de alrededor de 21 mil titulados en 2006 a 44 mil en el año 2015, es decir un aumento del 105% durante el período. A diferencia de los titulados de grado y de maestría, los graduados de Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Exactas y Humanidades tienen porcentajes similares, 24, 23 y 21% respectivamente.

5. INDICADORES DE PRODUCTO

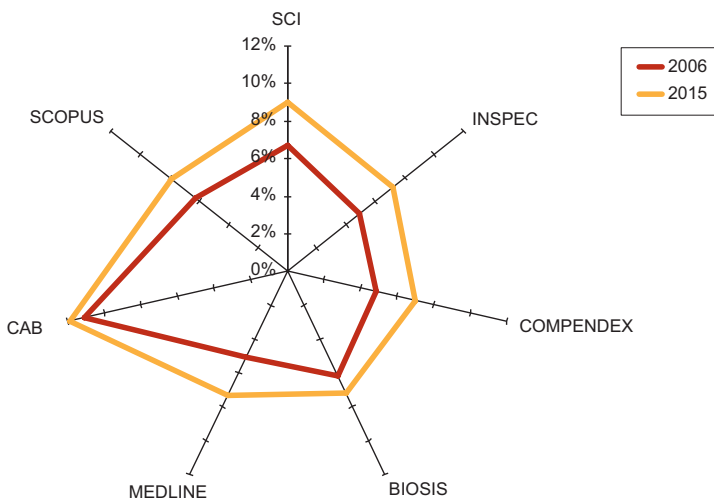
5.1. Evolución del número de publicaciones en Scopus



En los años comprendidos en esta serie, la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en Scopus por autores de ALC creció un 96%, destacándose el crecimiento de Brasil que logra aumentar en un 102% la cantidad publicaciones en esta base de datos.

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 27% entre el 2006 y el 2012- A partir de ese año, su producción se mantiene constante. El año 2015 se observa un leve descenso en la producción mundial y en la mayor parte de los países.

5.2. Participación de Iberoamérica en distintas bases de datos



La participación de autores pertenecientes a países de Iberoamérica en las bases de datos CAB (Ciencias Agrícolas), SCI (Multidisciplinaria), SCOPUS (Multidisciplinaria), BIOSIS (Biología), MEDLINE (Salud), Compendex (Ingeniería) e Inspec (Física) ha aumentado considerablemente en el decenio analizado. En promedio, en todas estas bases se observó un crecimiento de 1,8 puntos porcentuales entre 2006 y 2015. En Inspec, la presencia de autores iberoamericanos alcanzó los 2.3 puntos porcentuales de un año a otro mientras que en CAB subió apenas 0.8 puntos.

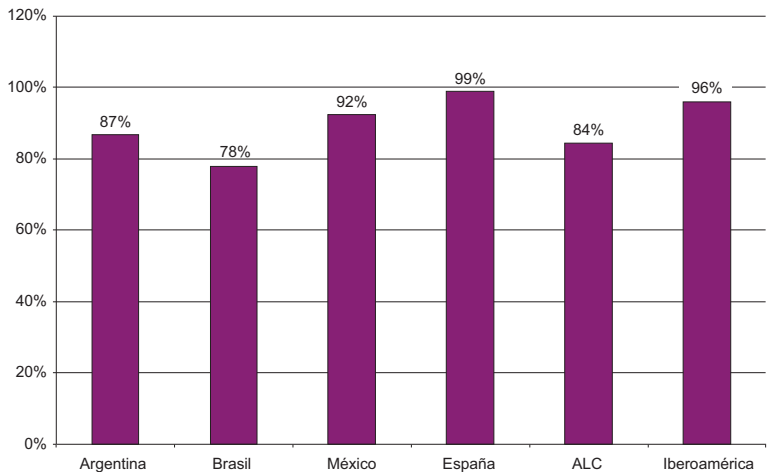
5.3. Solicitudes de patentes PCT

En el **Gráfico 5.3** se observa que el número de patentes internacionales, solicitadas mediante el tratado PCT por titulares iberoamericanos aumenta un 32% en el período, mientras que en ALC aumenta sólo un 27%. Portugal incrementa el número de patentes en un 83% mientras que España lo hace un 14%. En ALC el incremento es liderado por Chile que quintuplica sus solicitudes y Colombia que las triplica, pero ambos con un impacto muy pequeño sobre el total ALC, otros países de la región, como Argentina, disminuyen un 40% la solicitud de patentes durante el período.



5.4. Solicitudes de patentes por no residentes en relación al total de solicitudes en países seleccionados, año 2015 o último disponible

Pasando ahora a las patentes solicitadas en los países de la región, se observa que para el año 2015 el 96% de las solicitudes de patentes en países iberoamericanos corresponde a no residentes, principalmente a empresas extranjeras protegiendo productos en los mercados de la región. España es el país en el que este fenómeno es más marcado, con un 99% del total de las solicitudes en manos de no residentes. En México ese valor alcanza al 92% y en Argentina al 87%. Uno de los valores más bajos de ALC lo obtiene Brasil, donde el 78% de las solicitudes corresponden a no residentes. En conjunto, las solicitudes de no residentes en ALC alcanzan el 84%.



2. ENFOQUES TEMÁTICOS



2.1. LAS UNIVERSIDADES LIDERAN LA I+D EN AMÉRICA LATINA

MARIO ALBORNOZ,¹ RODOLFO BARRERE² Y JUAN SOKIL³

1. LAS UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS Y LA INVESTIGACIÓN

Las universidades latinoamericanas son actores de gran protagonismo en los sistemas nacionales de ciencia y tecnología de los países a los que pertenecen. Este rasgo ha caracterizado el devenir de la investigación y desarrollo (I+D) en la región durante muchos años, pese a que las políticas públicas de ciencia y tecnología tuvieron con frecuencia, en varios países y en determinado momentos, un sesgo anti universitario. La vitalidad de la investigación universitaria se acentuó en tiempos más recientes. Se trata de un proceso que merece ser observado por su originalidad debido, tanto a sus aspectos virtuosos que se expresan en un ostensible aumento de la calidad de la producción científica universitaria, como a sus aspectos prácticos no suficientemente resueltos; uno de ellos, muy significativo, es el de la escasa contribución efectiva de la investigación de los centros universitarios al fortalecimiento de la innovación en el tejido productivo.

Más allá de la denunciada transferencia de modelos institucionales desde los países centrales a la periferia, señalada por algunos autores como la connotación determinante de un diagnóstico de época, la realidad muestra que el conjunto de las universidades latinoamericanas se ha dotado de rasgos propios que, si bien no son siempre homogéneos, dan cuenta de su peculiar trayectoria. Es verdad que tal originalidad no

puede ser considerada exclusivamente como un dato positivo, ya que en un escenario más globalizado que en años anteriores, como el actual, la homologación de la educación universitaria latinoamericana con el resto del mundo presenta problemas y desajustes que deben ser resueltos. Pero es evidente que en términos generales las universidades han logrado formular modos de respuesta a demandas sociales que son propios de los países de esta región. Si esto se puede predicar de las universidades en su conjunto, también puede ser afirmado de la investigación universitaria, cuyo vigor ha aumentado en forma sostenida.

Hoy las universidades de América Latina pueden ofrecer hechos y cifras más que interesantes en lo que se refiere a su consolidación como centros de investigación básica y aplicada, aunque en menor medida de desarrollo tecnológico. El incremento que, como se verá, es llamativo ocurre en un período en el que los países asignaron más recursos a las actividades científicas y tecnológicas, al tiempo que implementaron también políticas de estímulo a la innovación. Otros indicadores más locales, como la vinculación de la investigación universitaria con el entorno socioeconómico son todavía incipientes, aunque muestran indicios de mejora. Bien es cierto que en este aspecto se cuenta con menos volúmenes de información comparable. Por otra parte, una de las características de América Latina es la baja tasa de innovación de las empresas y su escaso involucramiento en actividades de I+D. Mientras

31

1. Coordinador del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI)

2. Coordinador de la RICYT

3. Miembro del equipo técnico de la RICYT

que en los países industrializados el aporte de las empresas a la inversión en I+D suele estar por encima de 60%, el promedio latinoamericano es del 33%. Sin lugar a dudas, esto genera una demanda muy escasa de las empresas hacia las universidades.

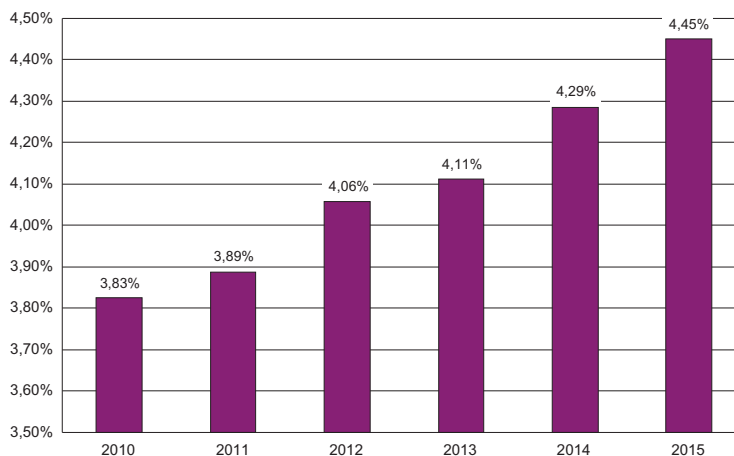
Un contexto regional favorable

Entre 2010 y 2015, la actividad científica y tecnológica en América Latina mostró un crecimiento importante en la inversión en I+D realizada por los países de la región y en el número de personas involucradas en actividades científicas y tecnológicas, como así también en los resultados de la investigación publicados en artículos relevados por aquellas bases de datos que recogen la llamada “corriente principal de la ciencia”. En este periodo la inversión en I+D de la región se incrementó un 27%, hasta alcanzar una gran masa de recursos, cercana a los cuarenta mil millones de dólares en 2015. No obstante, en relación al producto bruto regional el aumento fue muy leve y más bien se mantuvo estable: 0,68% en 2010 y 0,70% en 2015. En una primera aproximación, se puede concluir que el crecimiento de los recursos destinados a ciencia y tecnología acompañó el período de bonanza económica de los países latinoamericanos.

El fenómeno observado, sin embargo, no limita a la disponibilidad de mayores recursos, sino que hubo un aumento de calidad y también de inserción de la investigación local en redes internacionales. Lo primero se comprueba a través del aumento de las publicaciones en revistas científicas internacionales. Lo segundo, a través de redes que pueden ser reconstruidas a partir de las copublicaciones. En efecto, las publicaciones científicas de investigadores de la región crecieron de manera significativa. Analizando la base de datos SCOPUS,⁴ que indexa alrededor de 28 mil revistas internacionales seleccionadas con criterios de calidad y de cobertura temática de la corriente principal de la ciencia, los artículos de instituciones latinoamericanas crecieron un 37% en ese lapso. Ese crecimiento no se

registra sólo en términos de volumen total de las publicaciones, sino que la participación de la región en el total de la producción científica indexada en SCOPUS también se vio incrementada. El **Gráfico 1** muestra como la participación latinoamericana pasó del 3,83% en 2010 al 4,45% en 2015.

Gráfico 1. Participación de América Latina sobre total de publicaciones en SCOPUS



En cambio, el desarrollo de conocimiento tecnológico que, de acuerdo con normas internacionales como el Manual de Frascati forma parte de las actividades de I+D, ha tenido en los países de América Latina una intensidad menor que la investigación básica y aplicada. Su protección, a través de las patentes de invención da cuenta de ello. Si se toman en cuenta las patentes solicitadas mediante el Convenio PCT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la región casi no verifica cambios en un periodo de expansión de la ciencia y la tecnología como el analizado en este estudio. En 2010 se publicaron 1.200 patentes bajo la titularidad de latinoamericanos y en 2015 algo menos: 1.163.

La contribución de las universidades

En la expansión de la producción científica latinoamericana las universidades han tenido un papel preponderante. Si bien esas instituciones son importantes en la investigación y desarrollo en todo el mundo, en América Latina se destacan como actores centrales. En términos relativos, su peso específico supera ampliamente al de las universidades en los países industrializados, ya que tres cuartas partes de los investigadores latinoamericanos están radicados en las universidades; principalmente en las públicas.

Hay que advertir, sin embargo, que esta preponderancia expresa no solamente una fortaleza, sino que pone de manifiesto la relativa debilidad de otros actores como las empresas. Por otra parte, la hegemonía numérica de las universidades en materia de recursos humanos para la ciencia y la tecnología no se ve replicada en los recursos que les son asignados para realizar investigación. Que tal asimetría de deba a cierta debilidad de las instituciones universitarias

4. Las dos bases de datos más utilizadas a nivel mundial para la realización de estudios bibliométricos son SCOPUS y Science Citation Index. Ambas tienen una excelente cobertura de la corriente principal de la ciencia internacional y cubren la totalidad de las disciplinas científicas. En este caso se ha optado por SCOPUS ya que, al tener una mayor cantidad de revistas indexadas, resulta más adecuada para este trabajo.

en la escena política, o exprese más bien el menor costo relativo de las líneas de investigación prevalecientes en las universidades de la región, es algo que merece ser analizado y sobre lo se intentará arrojar alguna luz.

Gráfico 2. Porcentaje de los investigadores radicados en universidades (EJC)

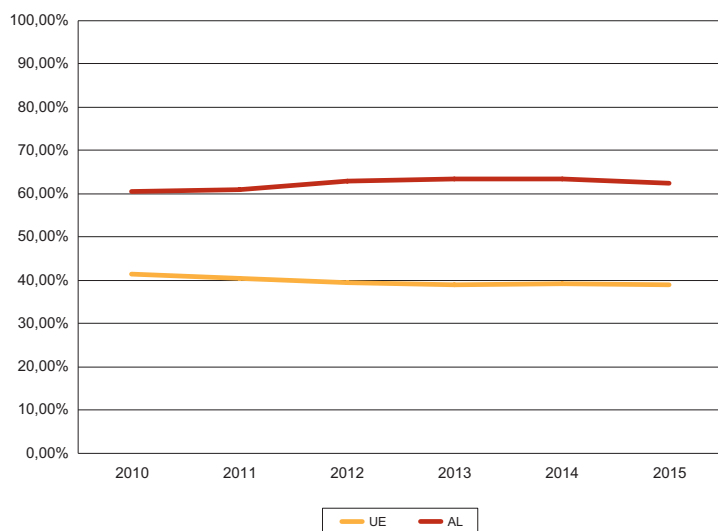
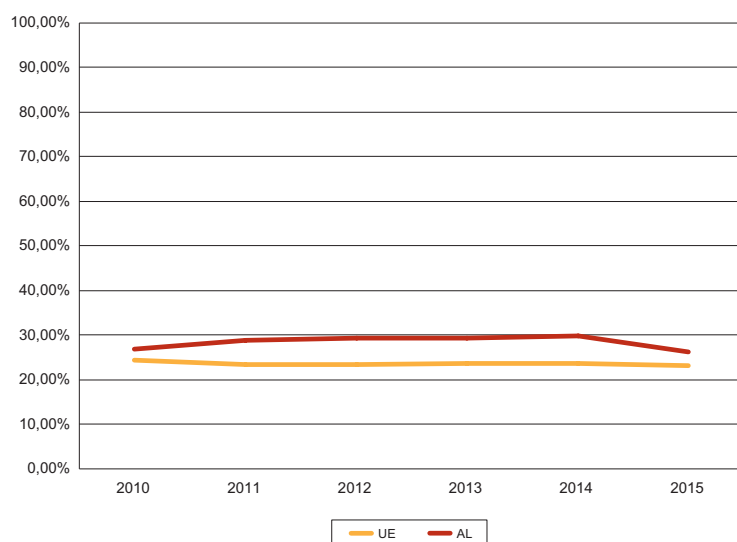


Gráfico 3. Porcentaje de la inversión en I+D ejecutada por las universidades



5. La medición en Equivalencia a Jornada Completa (EJC) consiste en la suma de las dedicaciones parciales a la investigación. Por ejemplo, dos investigadores que dedican la mitad de su tiempo de trabajo al año a la I+D serán considerados como 1 investigador EJC y como 2 en Personas Físicas. La medición en EJC ofrece una mejor aproximación al esfuerzo real, sobre todo en el sector universitario, aunque presenta ciertas dificultades metodológicas y de comparabilidad. La medición en Personas Físicas, en cambio, da cuenta de forma más clara del potencial con que cuenta un país para las actividades de I+D.

Investigadores universitarios

La amplia mayoría de los investigadores latinoamericanos se desempeñan en centros universitarios. Si se considera el número de investigadores convertido a un valor equivalente a jornada completa (EJC),⁵ el 62% de ellos se encuentran radicados en universidades. Como referencia, un valor análogo en la Unión Europea es inferior al 40% (Gráfico 2).

Si, en cambio, se contabilizan los investigadores simplemente como el número de personas dedicadas a investigar, la preponderancia de las universidades es aún muy superior, ya que el 75% de los investigadores latinoamericanos están radicados en las instituciones de educación superior. La diferencia con el valor en EJC radica en que los investigadores universitarios destinan parte de su tiempo también a otras actividades como la docencia, la vinculación y la extensión.

Inversión en investigación universitaria

Los recursos económicos de que disponen las universidades latinoamericanas para realizar investigación, en cambio, no guardan una proporción semejante a la del número de investigadores universitarios. En América Latina, tan sólo del 26% de la inversión total en I+D fue ejecutada en las universidades dentro del periodo analizado. Esta disparidad merece ser analizada en términos que eludan la simplificación. Por una parte, es sabido que la inversión en desarrollo tecnológico supera en todos los países el costo de la investigación básica o de laboratorio que caracteriza la contribución de las universidades a la creación de conocimiento en cada país. De hecho, ese mismo indicador para los países de la Unión Europea se sitúa alrededor del 23% (Gráfico 3).

Por otra parte, el análisis de las áreas temáticas que prevalecen en la investigación universitaria latinoamericana muestran que en gran medida se trata de aquéllas que requieren menor densidad de inversión en equipamiento. Sin embargo, dentro de la región se presentan panoramas disímiles. En el caso particular de Argentina, las cifras oficiales son engañosas si se las interpreta literalmente, debido a la particularidad de su sistema institucional de ciencia y tecnología. En efecto, los datos indican que las universidades de Argentina ejecutan un 26% de la inversión total, en tanto que el conjunto de otras instituciones públicas, como el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

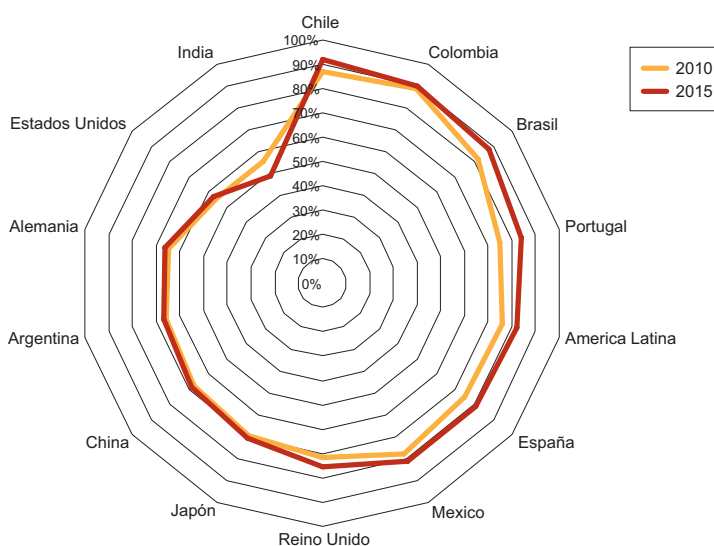
y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), entre otros organismos, representa el 51%. Sin embargo, la peculiaridad de este país consiste en la superposición del CONICET con las universidades, de modo que gran parte de los recursos del CONICET pueden (y probablemente deben) ser computados en el conglomerado de las universidades. Para tener una magnitud de este fenómeno, en 2015 el 80% del total de artículos del CONICET estuvieron firmados en conjunto con alguna universidad nacional. Esa superposición es además muy significativa en el conjunto de la producción total: el 46% de los artículos argentinos de ese año fueron firmados en conjunto por el CONICET con las universidades.

Siguiendo con el porcentaje de la inversión en I+D ejecutada por las universidades, Brasil presenta un valor similar al de Argentina (25%) pero debido a que las empresas tienen un papel más importante que en el resto de los países de la región, la inversión de ese sector alcanzó el 49% de la inversión total en 2015. Se puede ver en el gráfico una caída de tres puntos porcentuales de las universidades a nivel regional, lo que se explica principalmente por un fuerte descenso de la inversión en I+D ejecutada en las universidades brasileñas, que se precipitó un 12% en ese año. En México, las universidades son responsables del 27% de la ejecución de I+D. En ese país la distribución sectorial es más pareja con el sector empresarial (30%) y el gobierno (37%). Por otra parte, en Chile las universidades ejecutan el 38% de la inversión, mientras que en Colombia el 32% y en Perú el 47%. Uno de los casos de mayor presencia de las universidades se da en Uruguay, donde la participación del sector asciende al 60% del total nacional.

Resultados de la investigación universitaria

La progresiva transformación de las universidades latinoamericanas en centros de investigación de alto nivel puede ser verificada también a través de su producción científica relevada en las bases de datos internacionales y en los registros de patentes. El **Gráfico 4** muestra el porcentaje de artículos científicos son firmados por autores de instituciones universitarias, según datos ofrecidos por SCOPUS. Se han seleccionado algunos países de la región y de otras partes del mundo para contar con un parámetro de comparación. Los países latinoamericanos presentados en el gráfico, junto con España y Portugal, son los que cuentan con una mayor presencia de autores universitarios en su

Gráfico 4. Participación de las universidades en la producción científica (2010-2015)



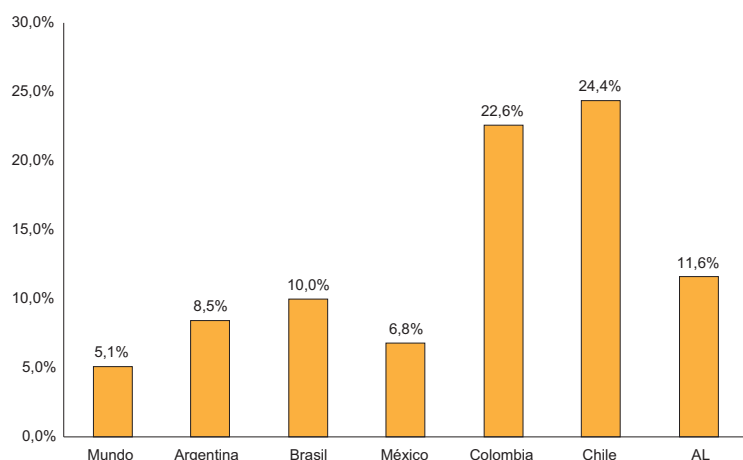
producción científica. En todos los casos, además, la presencia de las universidades se ha incrementado entre 2010 y 2015.

Los casos de Chile, Colombia y Brasil son los más destacados, ya que la participación de los autores radicados en universidades se aproxima al 90% del total de artículos científicos firmados por autores del país. El promedio de América Latina fue del 82% en 2015, dado que México y Argentina muestran una participación menor de las universidades, por las razones antes señaladas (81% y 67% respectivamente). El caso de Argentina, como ya se mencionó anteriormente, se explica por un sistema institucional con importante presencia de instituciones gubernamentales -en particular, el CONICET- aunque con un fuerte solapamiento con las universidades debido a la existencia de numerosos centros de investigación de doble dependencia.

En cuanto a la producción de conocimiento tecnológico, como también se ha señalado, ha sido relativamente débil en los países de América Latina. Las universidades no escapan a ese rasgo general pero, con todo, en materia de patentes han sido más productivas que otras instituciones públicas o privadas. Mientras que en el total de las patentes solicitadas mediante el tratado PCT⁶ en el mundo sólo el 5% están bajo la titularidad de universidades, en América Latina esa participación se duplica. Dentro de la región, una vez más se observan realidades heterogéneas. Las universidades brasileñas participan en el 10% de las patentes PCT solicitadas por personas de ese país, mientras que en Argentina y México los valores son menores. En países con economías y sistemas científicos de menor tamaño relativo, como Colombia y Chile, la presencia de las universidades entre los patentadores es aún mayor, superior al 20% en ambos casos.

⁶ El Tratado de Cooperación en Patentes (PCT según sus siglas en inglés) permite la solicitud simultánea en distintos países miembros. Si bien la decisión de otorgar o no la patente recae en cada uno de los estados, este mecanismo facilita la tramitación del registro a nivel internacional. Esta fuente fue seleccionada para este estudio porque garantiza una mejor comparabilidad entre países que la utilización de datos provenientes de cada oficina local de propiedad intelectual.

Gráfico 5. Participación de las universidades en la titularidad de patentes (2010-2015)



Es importante señalar que la presencia destacada de las universidades de la región en el patentamiento no sólo está relacionado con la fortaleza de este sector sino también con la ya señalada debilidad del sector empresarial en el desarrollo tecnológico y la innovación.

Estos datos configuran un panorama particular de los sistemas de ciencia y tecnología de América Latina, en los cuales las universidades tienen una destacada relevancia. Al mismo tiempo se observan diferencias sustanciales entre los países de la región que dan cuenta de modelos diferentes de universidades, en particular en relación con la ciencia y la tecnología.

Con el objetivo de profundizar este análisis, a continuación se focalizará en las principales características de las universidades con mayor producción científica en América Latina.

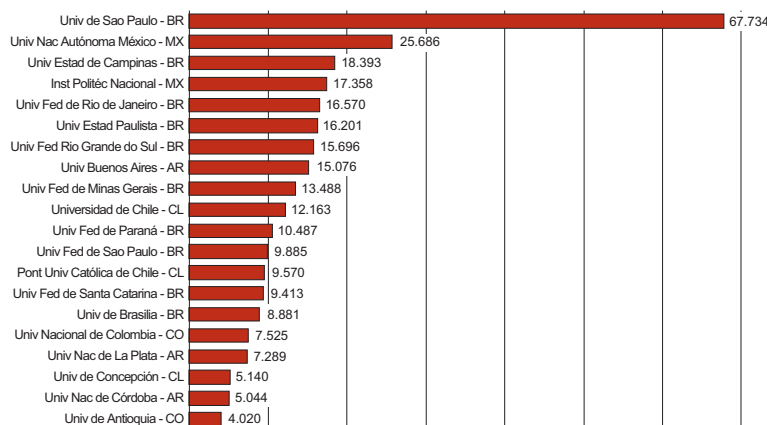
2. LAS UNIVERSIDADES LÍDERES EN INVESTIGACIÓN

Si se ordena a las universidades latinoamericanas por su producción científica reflejada en la cantidad de artículos científicos cuya autoría pertenece a sus investigadores⁷ entre 2010 y 2015, es notable que entre las veinte instituciones más productivas diez son brasileñas, tres argentinas, tres chilenas, dos mexicanas y dos colombianas. El **Gráfico 6** muestra la cantidad de publicaciones de cada una.

En un contexto de fuerte concentración de los artículos científicos en algunas grandes universidades, llama la atención la clara hegemonía de la Universidad de San Pablo (USP), que aparece en primer lugar con 67.734 documentos publicados en el período señalado. Duplica largamente la producción de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con 25.686 y casi cuadruplica a la Universidad de Campinas (UNICAMP) con 18.393 artículos publicados. Las de menor volumen en este grupo son la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) de Argentina y la Universidad de Antioquia (UdeA) de Colombia con 5.044 y 4.020 respectivamente. Sin embargo, estos datos sólo cobran pleno sentido si se los examina en comparación con el tamaño relativo de cada universidad. El **Gráfico 7** presenta para cada una de estas universidades el número total de docentes y, entre ellos, qué cantidad están contratados con dedicación exclusiva. Una vez más, los datos muestran patrones diferentes entre las universidades analizadas, los que responden a diferentes vocaciones institucionales y a la organización del sistema público de fomento y promoción de la actividad científica.

35

Gráfico 6. Publicaciones en SCOPUS por universidad (2010-2015)



Las universidades mexicanas, por ejemplo, muestran plantas docentes de gran tamaño en el contexto regional, aunque con un porcentaje relativamente bajo de profesores con dedicación exclusiva. En la UNAM, el 30% de sus 38 mil docentes tiene este tipo de relación laboral con la universidad y en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) el 46%. La baja dedicación horaria a la universidad se hace mucho más evidente en las universidades argentinas, en general y a las incluidas en este grupo, en particular. La Universidad de Buenos Aires (UBA) es la segunda en cantidad total de docentes, con casi 30 mil, aunque sólo el 7% es de

7. Siguiendo datos de SCOPUS.

dedicación exclusiva. En la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) el personal académico de dedicación exclusiva es el 10% y en la UNC el 14%.

En Colombia las universidades incluidas en este estudio tiene un tamaño algo menor a las argentinas. La UdeA cuenta con una planta cercana a los 8.000 docentes, mientras que la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) ronda los 4.000 de los cuales el 77% tienen dedicación completa. No se pudieron obtener datos de dedicación para la UdeA al momento de este estudio. Las universidades chilenas analizadas presentan un patrón diferente. La Universidad de Chile (UCHILE) y la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) tienen alrededor de 3.500 docentes y niveles de dedicación del 44% y 52% respectivamente. La Universidad de Concepción (UdeC) es más pequeña, con 1.313 docentes y no se cuenta con información sobre los niveles de dedicación de su personal académico. Finalmente, los perfiles de las universidades brasileñas están marcadamente diferenciados. La más grande de ellas en términos de plantel, la USP, cuenta con 5.860 docentes; tan sólo un 15% del tamaño de la UNAM. Sin embargo, el 87% de ellos están contratados con dedicación exclusiva. La siguiente en tamaño es la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), que cuenta con 4.061 docentes de los cuales el 93% tiene dedicación exclusiva. Estos altos niveles de dedicación exclusiva entre los docentes brasileños no es una característica exclusiva de las universidades de mayor tamaño en el país. Las más pequeñas en términos de personal académico en esta muestra son la UNICAMP, con 1.867 docentes, y la Universidad Federal de San Pablo (UNIFESP), con 1.500. Sin embargo, cuentan con un 94% y 97% de docentes de dedicación exclusiva respectivamente.

El promedio de docentes de dedicación exclusiva entre las universidades brasileñas incluidas en este estudio es del 92%. Las argentinas están en el extremo opuesto con un 10% en promedio. Estas diferencias tienen un impacto marcado sobre la producción científica de los docentes, que en marcos contractuales de mayor exclusividad pueden dedicar una parte considerable de su tiempo a la realización de I+D. Las diferencias de productividad per cápita se presentan en el **Gráfico 8**. En él, para cada una de las universidades cubiertas en este estudio, se presenta la cantidad de artículos registrados en SCOPUS en 2015 en relación con el número total de docentes de dedicación exclusiva.

Gráfico 7. Cantidad de docentes y docentes de dedicación exclusiva

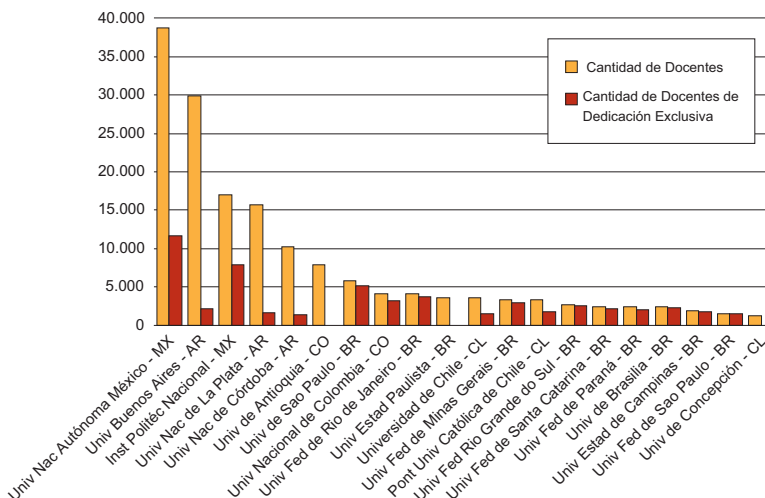
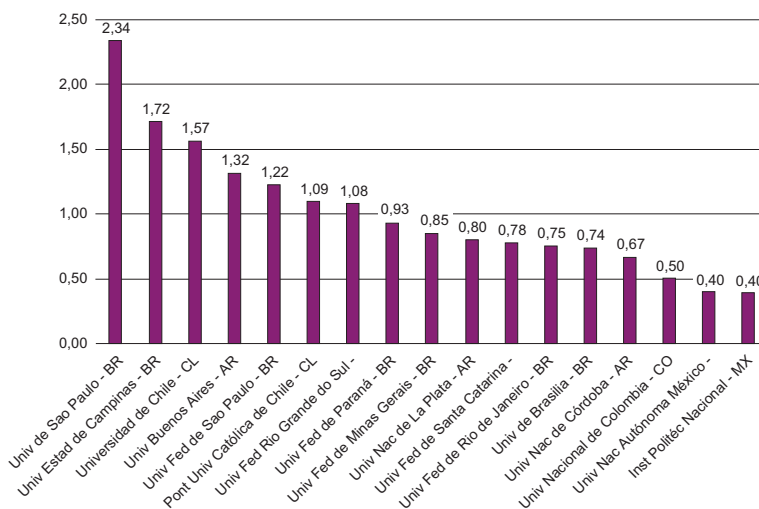


Gráfico 8. Publicaciones por docente de dedicación exclusiva



El primer dato evidente es el impacto de los niveles de dedicación sobre los patrones de publicación. Se trata de una evidencia más de los diferentes estilos de organización de las universidades latinoamericanas y de las prioridades dadas a cada una de las misiones de las instituciones. Considerando que los docentes con dedicación exclusiva pueden contar con más tiempo para dedicar a la investigación, tiene más sentido basar la comparación en la cantidad de artículos publicados por cada docente de dedicación exclusiva. Ordenadas de esta manera, en las diez universidades de nuestra muestra, siete son brasileñas, una es chilena y dos son argentinas.⁸

8. La Universidad Estadual Paulista (UNESP), la UDEC y la UdeA quedan excluidos de este análisis por no haber podido acceder a información sobre la planta docente de dedicación exclusiva.

La universidad más productiva resulta ser la USP, con 2,34 artículos publicados por cada docente de dedicación exclusiva en 2015. La segunda también es brasileña, la UNICAMP cuenta con 1,72 artículos por docente. Además, es de destacar que el conjunto de las universidades brasileñas tienen un promedio de artículos por docente de dedicación exclusiva superior al promedio de la muestra. La UCHILE aparece en tercer lugar, 1,57 artículos por docente. Las dos argentinas que completan la decena más productiva son la UBA, en cuarto lugar, y la UNLP, en el décimo, con 1,32 y 0,80 respectivamente. Las dos universidades mexicanas aparecen al final de la lista. Tanto la UNAM como el IPN cuentan con 0,40 artículos por docente de dedicación exclusiva.

Gráfico 9. Presupuesto por universidad 2015 (en dólares PPC)

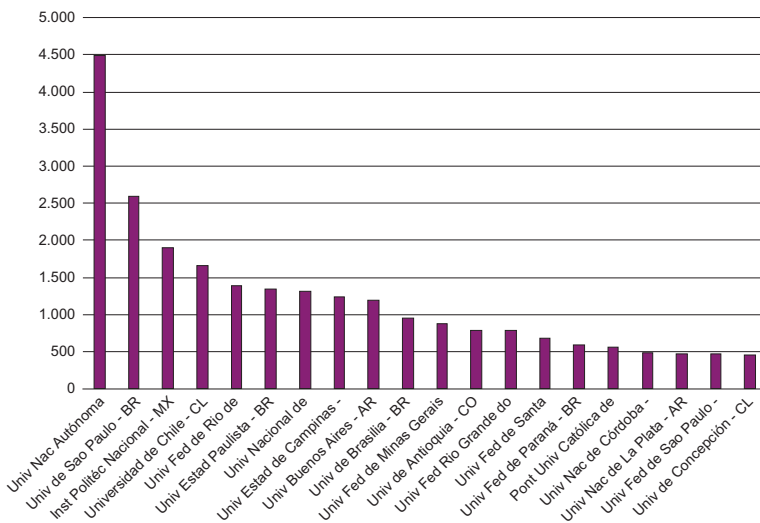
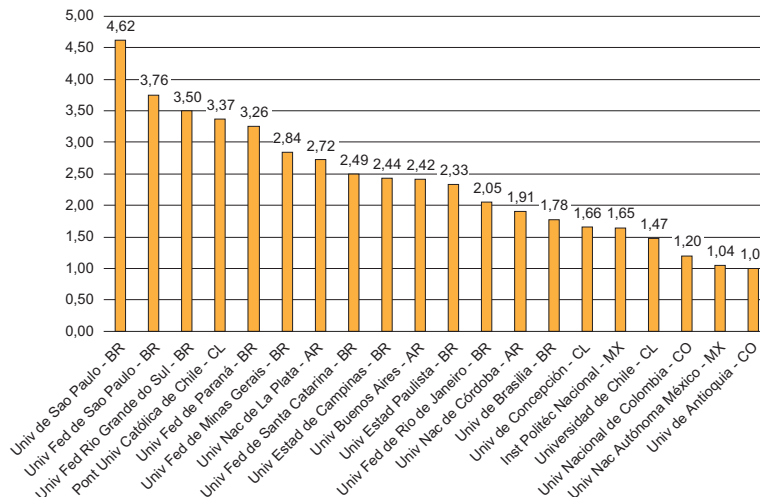


Gráfico 10. Artículos por millón de dólares (PPC)



Si se toma en cuenta el nivel de recursos económicos de que disponen las universidades latinoamericanas, sin lugar a dudas las más dotadas son las de México y la USP. Los datos del **Gráfico 9** son elocuentes.

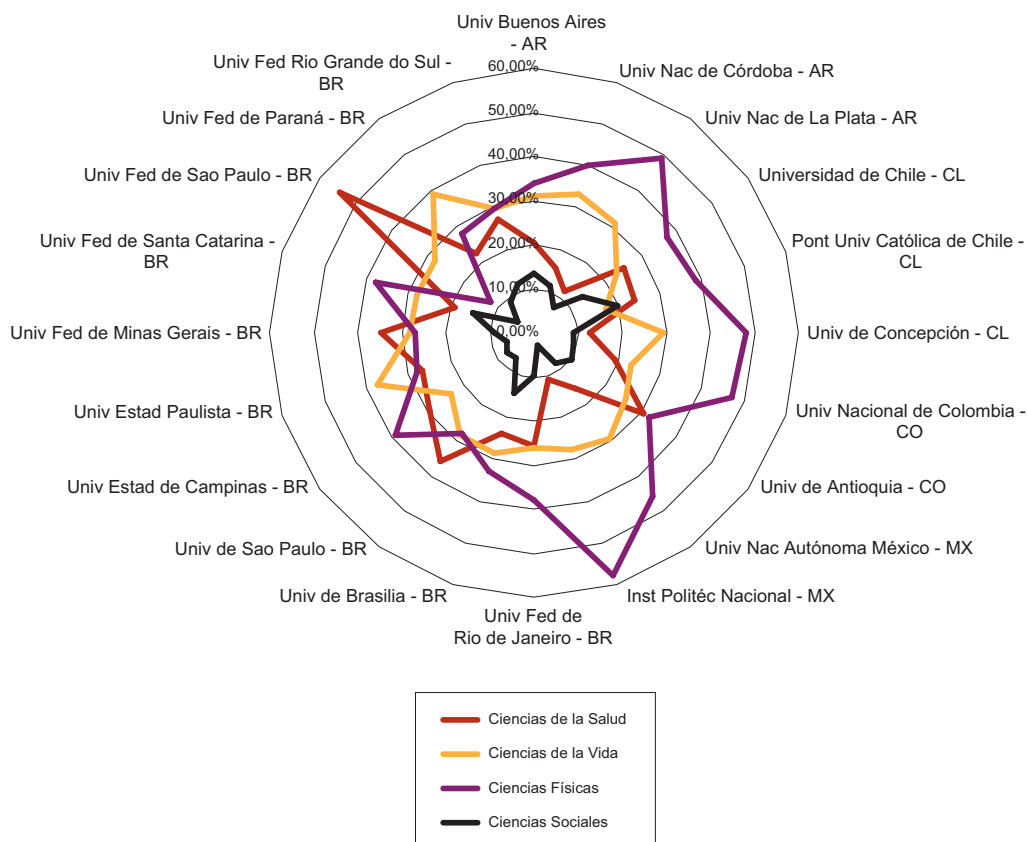
El dato presupuestario permite un aproximación -necesariamente cautelosa- a la productividad, cruzando el número de artículos científicos por el presupuesto de cada universidad. El **Gráfico 10** da cuenta de este ejercicio. del que varias de las brasileñas sobresalen por encima de las restantes.

Es importante también considerar que las diferentes disciplinas cuentan con ritmos de publicación distintos. Por ejemplo, los físicos o los químicos suelen tener un ritmo de publicación anual mucho más alto que los matemáticos. Las ciencias sociales y las humanidades tienen, por otra parte, mecanismos de comunicación diferentes donde los libros juegan un rol importante y no son registrados en este tipo de base de datos. En ese sentido, las diferencias de productividad antes mencionadas deben verse a la luz de los patrones disciplinarios de la producción científica de cada institución. El **Gráfico 11** presenta los porcentajes de la producción de cada institución en las cuatro grandes áreas en que están distribuidas las revistas indexadas en SCOPUS. A primera vista es posible detectar que cada institución tiene patrones de especialización diferentes, aunque como rasgo general se nota cierta especialización de las universidades brasileñas hacia las ciencias de la salud, mientras que en el resto tienden a predominar las ciencias físicas.

Por mencionar algunas características puntuales, en la UBA se observa el perfil más diversificado y no hay un área que se destaque marcadamente sobre las demás en cuanto a su volumen de producción. Las ciencias de la vida y las ciencias físicas acumulan algo más del 30% cada una, mientras que las ciencias de la salud cubre el 20% del total. Las ciencias sociales alcanzan el 13%, siendo un valor relativamente alto en el contexto de las instituciones analizadas.

Este tipo de perfil de producción, relativamente equilibrado, es compartido por algunas de las universidades brasileñas: la UFRJ, la Universidad de Brasilia (UnB), la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y la de Rio Grande do Sul (UFRGS), y también por la UCHILE. La argentina UNC tiene también un perfil de cierto equilibrio, aunque las ciencias físicas tienen una importancia algo mayor, en detrimento de las ciencias de la salud. El caso

Gráfico 11. Perfiles disciplinares de las universidades (2015)



inverso es el de la UNICAMP, que también tiene un fuerte peso de las ciencias físicas pero con una presencia importante también de las ciencias de la salud.

En la UNLP, en cambio, se da un predominio de las ciencias físicas, reflejando la actividad de grupos de excelencia en estos temas radicados en la universidad. Un perfil similar tienen la chilena UDEC y la UNAM. En todas ellas cerca de la mitad de la producción está cubierta por las ciencias físicas, alrededor del 30% por las ciencias de la vida y menos del 13% las ciencias de la salud. La UNAL de Colombia tiene un perfil también similar, aunque con cierta ventaja de las ciencias de la salud sobre las ciencias de la vida. Sin embargo, donde es más marcado el predominio de las ciencias físicas es en el IPN de México, donde el 58% de su producción está en esta área. Esa especialización se da a costa de una menor producción en ciencias de la salud y ciencias sociales, lo que resulta consistente con el perfil tecnológico de la institución, considerando que las ingenierías son agrupadas por SCOPUS dentro de las ciencias físicas.

Tres universidades brasileñas se destacan por su producción en ciencias de la salud. La primera de ellas es la UFES, con el 54% de su producción en el área. En esta institución las ciencias físicas tienen el valor más bajo de toda la muestra: apenas el 12%. La UFMG y la USP tienen también una fuerte presencia de las ciencias de la

salud, cercanas al 35% de su producción. Por último, la PUC chilena tiene un patrón diferenciado. Es la universidad que mayor especialización presenta en las ciencias sociales. Un 20% de su producción está en esta área temática, mientras que la universidad que la sigue (UFSC) no alcanza el 15%.

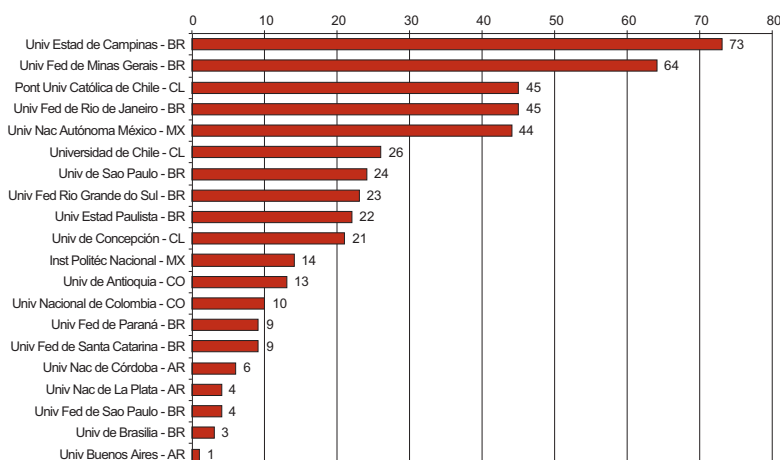
Otro dato que termina de perfilar la producción de las universidades es la cantidad de artículos publicados en revistas emblemáticas dentro de la comunidad científica por su calidad y capacidad de difusión. Para ello es común en estudios bibliométricos distinguir la cantidad de artículos publicados en las revistas Nature y Science (N&S). La publicación en estas revistas por parte de las universidades latinoamericanas no es abundante pero sí permite una aproximación a la calidad de la producción y la integración a la corriente principal de la ciencia por parte de sus investigadores. La **Tabla 1** presenta la cantidad de artículos publicados en N&S entre 2010 y 2015, junto con la ponderación de esos artículos cada mil artículos registrados en SCOPUS en el mismo periodo.

Si se ordenan las universidades analizadas en este estudio según la cantidad de artículos publicados en N&S cada mil artículos, las universidades chilenas aparecen en primer lugar, todas con más de 2 cada mil. La UdeC lidera la lista, con su producción fuertemente internacionalizada y orientada a las ciencias astronómicas.

Tabla 1. Artículos en Nature & Science

Universidad	Nature & Science	N&S cada mil artículos
Univ de Concepción - CL	14	2,7
Pont Univ Católica de Chile - CL	22	2,3
Universidad de Chile - CL	27	2,2
Univ Nac Autónoma México - MX	46	1,8
Univ Buenos Aires - AR	21	1,4
Univ de Antioquia - CO	5	1,2
Univ de Brasilia - BR	11	1,2
Univ Fed de Rio de Janeiro - BR	20	1,2
Univ Nac de La Plata - AR	8	1,1
Univ Fed de Minas Gerais - BR	13	1,0
Univ Nacional de Colombia - CO	7	0,9
Univ Estad Paulista - BR	13	0,8
Univ Nac de Córdoba - AR	4	0,8
Univ Fed de Paraná - BR	8	0,8
Univ Estad de Campinas - BR	12	0,7
Univ de Sao Paulo - BR	41	0,6
Univ Fed Rio Grande do Sul - BR	8	0,5
Inst Politéc Nacional - MX	8	0,5
Univ Fed de Santa Catarina - BR	2	0,2
Univ Fed de Sao Paulo - BR	1	0,1

Gráfico 12. Patentes PCT por universidad (2010-2015)



La UNAM, que se ubicaba en los últimos lugares en la cantidad de artículos publicados por cada docente de dedicación exclusiva, aparece aquí en el cuarto lugar, dando cuenta de una producción de alta calidad. La UBA es la que presenta una mayor producción en estas revistas entre las universidades argentinas y la UdeA entre las colombianas.

Las universidades brasileñas, que se destacan por el volumen de su producción en relación con el resto de las instituciones latinoamericanas, cuentan con un nivel de publicación relativamente menor en estas revistas. Todas ellas, con la excepción de la UnB, la UFRJ y la UFMG, tienen menos de un artículo en N&S cada mil artículos publicados en SCOPUS.

El análisis del desarrollo tecnológico mediante la solicitud de patentes PCT por parte de las universidades muestra un panorama de actores diferente (Gráfico 12). Es importante mencionar nuevamente que el patentamiento a nivel internacional por parte de instituciones de América Latina es escaso, por lo que resulta arriesgado profundizar en conclusiones a partir de un número tan bajo

de registros. Sin embargo, ese mismo escaso nivel de patentamiento es un dato en sí mismo.

La universidad con mayor cantidad de patentes solicitadas mediante el convenio PCT es la UNICAMP, con 73 registros acumulados entre 2010 y 2015. La sigue la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), con 64, presentando un desempeño superior en el patentamiento con respecto al que obtuvo en publicaciones, donde ocupa el 9° lugar entre las veinte universidades más productivas de la región.

Con 45 patentes aparecen luego la PUC y la UFRJ y con un nivel similar, la UNAM acumuló 44 registros en el mismo periodo. La UCHILE aparece en el sexto lugar, con 26 registros. De esa manera, las dos universidades chilenas incluidas en este muestras aparecen entre las primeras seis instituciones en términos de patentamiento. En el séptimo lugar aparece la USP, que con 24 patentes en el periodo presenta un desempeño mucho mejor en publicaciones que en patentes en comparación con el resto de las universidades analizadas. En los últimos lugares aparecen las UNIFESP, la UnB y la UBA. Esta última, a pesar de ocupar el cuarto lugar según la cantidad de artículos por docente de dedicación exclusiva, sólo ha registrado una patente PCT entre 2010 y 2015. Si, por otra parte, se analizan las ramas de la técnica en la que se han registrado estas patentes, surge una fuerte orientación hacia la farmacia y la bioquímica y que es común a todas las universidades. De todas las patentes registradas por estas veinte universidades, el 54% son de esta área.

40

3. PERFILES DE COLABORACIÓN

La internacionalización de las universidades es actualmente un dato central, en el contexto de un mundo crecientemente interconectado. Un aspecto que permite configurar distintos perfiles de universidades es su integración en redes de colaboración, tanto a nivel global como nacional. El análisis de la firma conjunta de artículos científicos permite reconstruir tales relaciones. El **Gráfico 13** presenta el porcentaje de los artículos de cada universidad que fue firmado en conjunto con instituciones de otros países.

Las universidades chilenas son las que más colaboración internacional presentan. El caso mayor es el de la UdeC, con el 67% de su producción en conjunto con autores extranjeros. Esto coincide con su especialización en ciencias físicas, en particular en astronomía y astrofísica, campo en el que se destaca la integración de grupos de investigación chilenos a redes mundiales de investigación, aprovechando las ventajas geográficas de la región para la instalación de observatorios. La PUC y la UCHILE también tienen niveles altos de colaboración internacional. Ambas superan levemente el 50% de coautoría internacional en sus artículos. A continuación aparecen las universidades argentinas. La de mayor colaboración internacional es la UNLP, con el 47% de su producción. La UBA y la UNC cuentan con una proporción algo menor, ambas con el 43%. Las universidades colombianas y mexicanas muestran una colaboración internacional

menos intensa en relación a su producción científica total. La más alta de la UdeA, con el 43%. La más baja es el IPN, con el 34%.

Prácticamente todas las universidades brasileñas tienen menos del 30% de su producción en colaboración internacional; la única excepción es la UFRJ, con el 34%. Es importante remarcar que la USP, la universidad de mayor producción en este grupo de instituciones, es casi la de menor nivel de colaboración internacional, con el 22%. Por debajo sólo aparece la Universidad Federal de Paraná (UFPR), con el 20%.

Otro aspecto de la colaboración que resulta importante considerar es el de las redes de colaboración que se generan entre las universidades y que pueden ser reconstruidas a partir de la firma conjunta de artículos científicos en las veinte instituciones analizadas en este estudio. El **Gráfico 14** fue construido a partir de los documentos publicados por estas instituciones en revistas indexadas en SCOPUS durante 2015. Los lazos representan la firma conjunta de artículos y el grosor de las líneas está dado por la cantidad de documentos en común. Los tamaños de los nodos está dado por la cantidad total de artículos publicados por la institución en ese año. Las universidades brasileñas tienen color amarillo, blanco las mexicanas, rojo las argentinas, verde las chilenas y azul las colombianas.

Para la ubicación de los nodos en el plano se han utilizado algoritmos de fuerza, que recurren a metáforas físicas basadas en el peso de los nodos y la intensidad de los lazos. El resultado es una distribución espacial en la que los nodos más conectados quedan próximos, a la vez que los más conectados con el conjunto de la red aparecen en el centro del diagrama.

El primer resultado observable es la fuerte interacción que se da entre estas veinte universidades. La red conformada por ellas está conectada en un 90% sobre el total de los lazos posibles. Sin embargo, la intensidad de las relaciones es muy variable. En ese sentido, es posible destacar la fuerte interacción entre las universidades brasileñas, prácticamente todas ellas están conectadas entre sí, combinado con una baja intensidad de las relaciones con las universidades de los demás países. Este fenómeno es consistente con la baja tasa de colaboración internacional registrado por las instituciones de ese país.

Dado su volumen de producción, el principal peso en el gráfico es el de la USP, que además posee conexiones con gran parte de las demás instituciones dentro y fuera de Brasil. Con un volumen de publicaciones menor, pero integrando una red muy conectada aparece la UFRJ, la que por otra parte cuenta con el mayor volumen relativo de artículos en colaboración internacional.

Las argentinas UBA y UNLP tienen una fuerte conexión entre sí, pero también comparten lazos fuertes con las más conectadas de las brasileñas: USP y UFRJ. La UNC, en cambio, aparece más cerca de las universidades chilenas.

Gráfico 13. Niveles de colaboración internacional por universidad

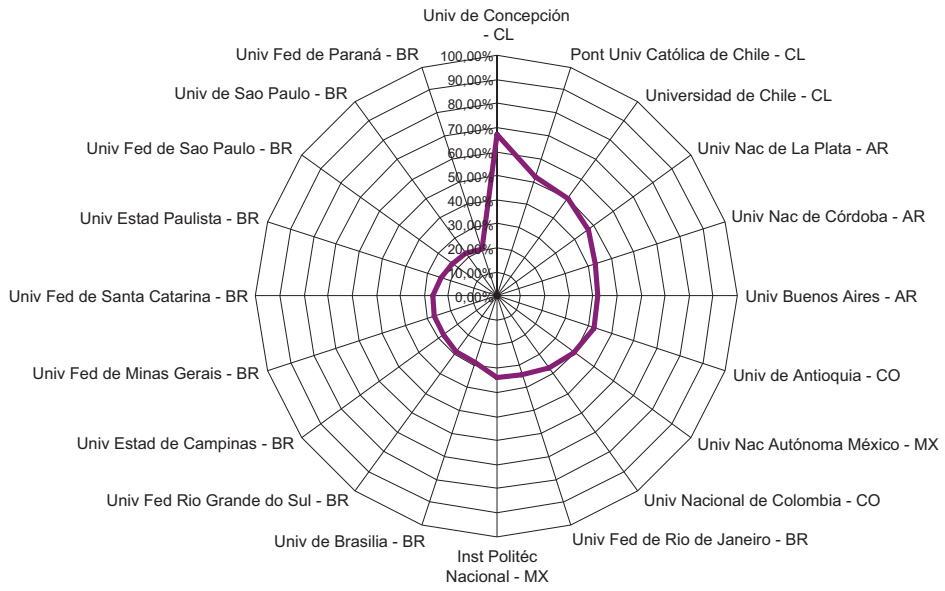
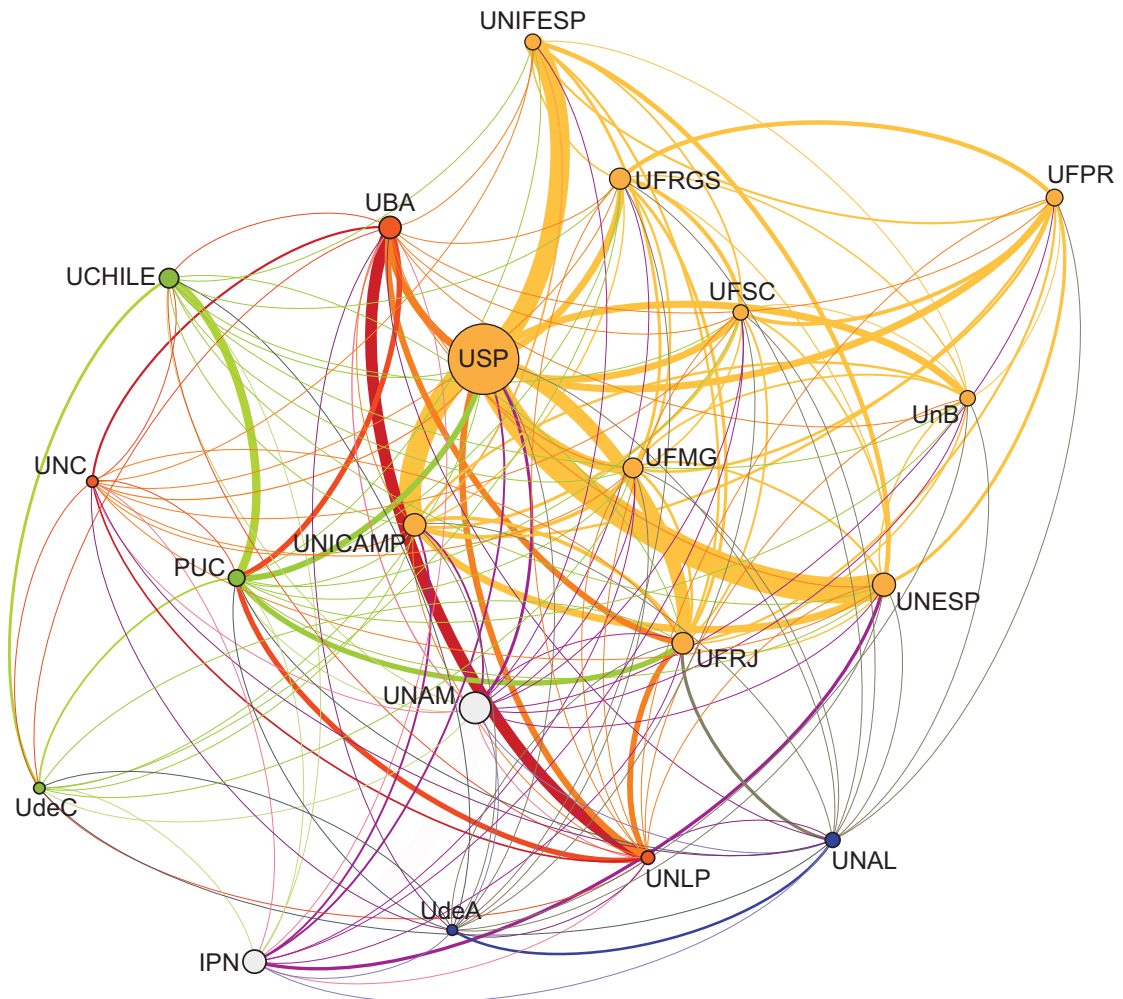


Gráfico 14. Red de copublicación entre universidades latinoamericanas



La PUC chilena aparece también muy conectada internacionalmente, especialmente con la UBA, la UNLP, la USP y la UFRJ. A nivel nacional está conectada fuertemente con la UCHILE pero en muy menor medida con la UdeC. Esta última, la más internacionalizada de las instituciones analizadas en este estudio, tiene sin embargo una muy limitada colaboración con sus pares latinoamericanas. Algo similar ocurre con las universidades colombianas y mexicanas, quizás con la excepción de la UNAM, que tienen relaciones poco intensas con el resto de las instituciones de la región. Eso da cuenta de perfiles de colaboración que han privilegiado los contactos con centros científicos fuera de América Latina.

4. LA VINCULACIÓN CON EL ENTORNO SOCIOECONÓMICO

Como se mencionó anteriormente, si bien existe información sobre el personal, los recursos económicos y los resultados de la I+D en las universidades latinoamericanas, existe un vacío considerable de información comparable en un punto crítico: la vinculación de las universidades con su entorno socioeconómico. En una región caracterizada por el rol protagónico de estas instituciones en la producción de conocimiento, por un bajo dinamismo innovador de las empresas y por fuertes demandas sociales, medir la interacción de las universidades con la sociedad y el sector productivo es vital para aproximarse al impacto social de la ciencia y la tecnología.

42

Ante este diagnóstico, la RICYT y el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI) han desarrollado el Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico (Manual de Valencia). Se trata de una herramienta metodológica para la construcción de información estadística a nivel institucional que abarca tres dimensiones principales de las actividades de vinculación universitarias: el contexto institucional, las capacidades (referidas al uso y explotación de capacidades de vinculación existentes) y las actividades (referidas a la generación y el desarrollo de tales capacidades).

El instrumento desarrollado se aplicó en un estudio piloto realizado en seis universidades de cinco países de Iberoamérica. Estas fueron la UNICAMP de Brasil, la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) en Argentina, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) de México, la Universitat Jaume I de Castelló (UJI), de España y el Instituto Polo Tecnológico de Pando (IPTP) de la Universidad de la República (UDELAR) de Uruguay. Si bien se trató de un trabajo exploratorio, que tuvo el objetivo de perfeccionar la metodología, el mismo ofrece algunas pistas interesantes sobre la vinculación en las universidades de la región, que deberá ser profundizado en estudios posteriores.

El estudio señaló que tanto la ejecución como la gestión de las actividades de vinculación tiene lugar en múltiples espacios institucionales dentro de las universidades

analizadas. Existen al menos cuatro áreas de la administración universitaria con competencias de la gestión de estas actividades. La gestión de la vinculación y la comercialización de resultados se gestionan desde oficinas específicas que, en su mayoría, tienen nivel de secretaría rectoral. También tienen figuras como agencias (INNOVA en el caso de la UNICAMP), coordinaciones y secretarías.

Otro modo de captar el interés institucional de las actividades de vinculación (AV) es el análisis de presupuesto. Las distintas universidades muestran patrones diferentes en cuanto a los esfuerzos realizados en las actividades de vinculación, dándoles más o menos importancia en relación con otras actividades, como la I+D. En la muestra analiza se observa la importancia dada a la vinculación por el IPTP, explicada por sus propios objetivos como polo tecnológico, pero también muestran esfuerzos relevantes la UJI, UNICAMP y la UNL demuestran esfuerzos relevantes. La UAM y la UNQ, en cambio, orientan mucho más el esfuerzo hacia la I+D.

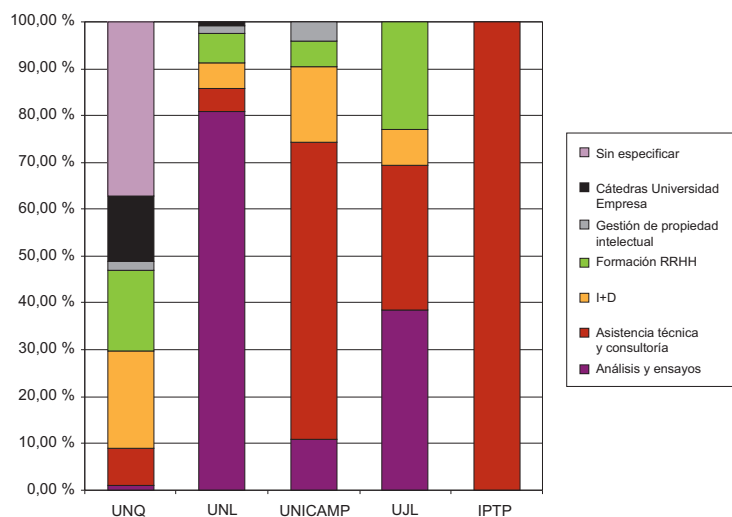
La modalidad de gestión de las actividades de vinculación más estandarizada es el contrato. Bajo esta figura se llevan adelante actividades muy diversas, algunas que involucran generación de nuevos conocimientos y otras que son servicios rutinarios. Hay contratos de investigación, de formación de recursos humanos, de desarrollo tecnológico y de licenciamiento de tecnología.

Por lo general, los contratos de servicios y ensayos, de naturaleza más rutinaria en términos de conocimientos gestionados, suelen ser muy numerosos, de menor complejidad y menor duración, y en no pocos casos no requieren la participación de profesores, sino que se realizan directamente desde los servicios de análisis de las entidades. De este modo, se definen instituciones con una clara predominancia de un tipo de actividad e instituciones con patrones más diversificados.

El **Gráfico 15** muestra los patrones de distribución de los contratos según tipo y permiten perfilar nuevamente a las instituciones. Por ejemplo, la UNL muestra una gran preponderancia de los análisis y ensayos como el servicio más característico en la institución, mientras que en UNICAMP y IPTP lo que predomina es la asistencia técnica y la consultoría. La UNQ, con un perfil institucional menos orientado a la vinculación, muestra un patrón mucho menos especializado.

Además de producir un diagnóstico preliminar sobre las AV en las universidades regionales, la aplicación de los cuestionarios en el estudio piloto ha arrojado una serie de conclusiones respecto a las estrategias metodológicas a implementar en futuros relevamientos y respecto a las posibilidades y limitaciones en la recolección de información en el sector universitario. El desarrollo de esta línea de trabajo en indicadores permitirá obtener datos de gran interés para comprender mejor la relación de las universidades con la sociedad.

Gráfico 15. Patrones de distribución de contratos según tipo por universidad



5. COMENTARIOS FINALES

El recorrido realizado confirma la apreciación inicial de que las universidades latinoamericanas son actualmente actores protagónicos en los sistemas nacionales de ciencia y tecnología de sus países de pertenencia. Su relevancia aumentó en los últimos años, dando lugar a un proceso original, con aspectos virtuosos, como el aumento de la calidad de su producción científica y problemas pendientes, como el de la escasa contribución efectiva de la investigación de los centros universitarios al fortalecimiento de la innovación en el tejido productivo.

Más allá de sus aspectos positivos, el protagonismo de las universidades expresa también la debilidad de otros actores de los sistemas locales de ciencia, tecnología. Una característica del tejido productivo de América Latina es la baja tasa de innovación de las empresas y su escaso involucramiento en actividades de I+D, como lo muestran las hoy numerosas encuestas nacionales de indicadores de innovación. La debilidad de la dinámica innovadora genera una demanda muy escasa de conocimiento tecnológico desde las empresas hacia las universidades.

El contexto económico en el que se desarrolló la actividad científica y tecnológica latinoamericana entre 2010 y 2015 fue muy favorable, lo que permitió incrementar la inversión en I+D en un 27%, lo que representó un importante masa de recursos. En términos proporcionales, sin embargo, el aumento fue muy leve y más bien se mantuvo estable: 0,68% en 2010 y 0,70% en 2015, acompañando casi exactamente el crecimiento del PBI regional.

Como resultado de la mayor asignación de recursos, la calidad de la investigación latinoamericana se elevó de manera significativa. La base de datos SCOPUS, que indexa alrededor de 28 mil revistas internacionales seleccionadas con criterios de calidad y de cobertura temática de la corriente principal de la ciencia, registró un aumento del 37% en la cantidad de artículos científicos firmados por investigadores latinoamericanos.

En contrapartida, el desarrollo de conocimiento tecnológico tuvo una intensidad menor que la investigación básica y aplicada. Las patentes de invención da cuenta de ello. En el período analizado, el número de patentes solicitadas por latinoamericanos mediante el Convenio PCT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), no solamente no aumentó, sino que disminuyó levemente.

Las universidades latinoamericanas concentran la amplia mayoría de los investigadores en todos los países de la región. Si se toma en cuenta el número de personas dedicadas a investigar, la preponderancia de las universidades es abrumadora, ya que el 75% de quienes investigan lo hacen en las instituciones de educación superior. Si se convierte ese número a equivalencia a jornada completa (lo que se justifica, teniendo en cuenta que los investigadores universitarios hacen también docencia y extensión), el el valor se reduce a un 62% que, de todas maneras, se aproxima a los dos tercios de los recursos humanos en ciencia y tecnología disponibles en América Latina.

Las universidades latinoamericanas se han ido convirtiendo en centros de investigación científica de alto nivel, lo que se verifica en el número de artículos registrados en bases internacionales que son firmados por autores universitarios, que representan en promedio el 82% de la totalidad de América Latina. En algunos países como Chile, Colombia y Brasil, la participación es aún mayor y se aproxima al 90% del total de artículos científicos firmados por autores del país. En cuanto a la producción de conocimiento tecnológico, se ha señalado que es débil en los países de América Latina. Si bien las universidades no escapan a ese rasgo general, han sido más productivas, en materia de patentes, que otras instituciones públicas o privadas.

Entre las universidades latinoamericanas con mayor producción científica, es ostensible la primacía de Brasil. De las veinte instituciones más productivas, diez son brasileñas, tres argentinas, tres chilenas, dos mexicanas y dos colombianas. Un análisis de mayor proximidad, que tome en cuenta el tamaño relativo de cada universidad muestra además importantes diferencias estructurales entre ellas, particularmente en lo que se refiere a la dotación de docentes con dedicación exclusiva.

También los perfiles disciplinarios son diferentes, lo que incide en estilos de publicación no del todo comparables. Como rasgo general, se nota cierta especialización

de las universidades brasileñas hacia las ciencias de la salud, mientras que en el resto tienden a predominar otras disciplinas. La UBA, por ejemplo, muestra un perfil diversificado y no hay un área que se destaque marcadamente sobre las demás. Este tipo de perfil, de cierto equilibrio entre disciplinas, es compartido por algunas de las universidades brasileñas y también por la UCHILE. En el caso de la UNICAMP, ésta tiene un fuerte peso de las ciencias físicas pero con una presencia importante también de las ciencias de la salud. En cambio, en la UNLP se da un predominio de las ciencias físicas, reflejando la actividad de grupos de excelencia en estos temas radicados en la universidad. Sin embargo, donde es más marcado el predominio de las ciencias físicas es en el IPN de México, donde el 58% de su producción está en esta área, lo que se justifica por el perfil tecnológico de la institución.

La internacionalización de las universidades es un dato central, dado el contexto de un mundo crecientemente globalizado. Las universidades chilenas son las que más colaboración internacional presentan, siendo notable el caso de la UdeC en la cual el 67% de sus artículos científicos han sido elaborados en colaboración con autores extranjeros. Esto coincide con su especialización en ciencias físicas, en particular en astronomía y astrofísica, campo en el que se destaca la integración de grupos de investigación chilenos a redes mundiales de investigación, aprovechando las ventajas geográficas de la región para la instalación de observatorios.

44

Miradas con desconfianza por el poder político en varios países durante algunos años y con desinterés por parte de las empresas, las universidades latinoamericanas han recorrido un camino de incrementar la excelencia de su investigación, fortalecer sus vínculos internacionales y comienzan a explorar actualmente mecanismos y estrategias que las conduzcan a reforzar los vínculos con el entorno socioeconómico. No es una mala noticia para los países latinoamericanos el que sus universidades hayan prosperado en la investigación científica y tecnológica. Más allá de las limitaciones y disparidades estructurales que fueron señaladas, en tiempos de cambio tecnológico acelerado, de transformación de paradigmas productivos y de la tendencia hacia una economía basada en el conocimiento, disponer de estas capacidades es algo que constituye un recurso invaluable que debe ser cuidado y fortalecido.

2.2. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN EN AMÉRICA LATINA. PRINCIPALES TENDENCIAS EN ARGENTINA, BRASIL Y MÉXICO

PABLO SÁNCHEZ MACCHIOLI¹; LAURA OSORIO²

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo describir las tendencias principales de las políticas en ciencia, tecnología e innovación en Argentina, Brasil y México a través del análisis de su operacionalización llevada a cabo por medio de instrumentos y programas. Asimismo se busca identificar la importancia que se le otorga a los sectores estratégicos en los marcos normativos de estos países y cómo esto se constata a través de los programas implementados en cada caso. Para lograr este fin se hace uso de un sistema de información dedicado a la recopilación de normativas, políticas e instrumentos aplicados por los países de Iberoamérica, denominado Políticas CTI.³

Con el propósito de avanzar en la comprensión de los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación de los países de América Latina, es necesario considerar que cada uno de estos países presenta características institucionales, sociales, productivas y de investigación propias y diferenciadas, así como una dotación particular de recursos humanos y capacidades en I+D, que son determinantes a la hora de identificar itinerarios en la implementación de las políticas públicas del área llevadas a cabo en cada caso. No obstante, vistos como conjunto, estos países presentan rasgos similares en cuanto a la identificación de problemáticas y la ejecución de planes de acción.

El artículo comprende cinco apartados. En primer lugar se presenta la propuesta teórica que da sustento al estudio realizado. En segundo lugar se desarrollan las consideraciones metodológicas que guían el relevamiento de la información y el análisis de los datos obtenidos. En tercer lugar se detallan los marcos normativos de los tres países seleccionados, destacando sus objetivos y áreas estratégicas. En cuarto lugar, se exponen los resultados del relevamiento de los instrumentos de política científica, tecnológica y de innovación aplicados por este conjunto de países. A partir de estos resultados, se da lugar al análisis de los lineamientos y tendencias en política; y, por último lugar, se presentan las reflexiones finales del trabajo.

PROPUESTA TEÓRICA

Siguiendo a Muller (2002), cada política pública se inscribe en una intención que tiene el estado por intervenir en un dominio de la sociedad: puede ser para frenar la evolución de un fenómeno, como para transformarlo o adaptarlo a un curso de acción determinado. Cuando se habla de la puesta en marcha de una política pública específica, la misma se operacionaliza a través de instrumentos. Se parte de la base de considerar que los instrumentos de política se conciben como un tipo ideal que viene a agrupar distintas iniciativas disímiles, que son utilizadas de manera combinada por los responsables de gestionar las políticas públicas. De acuerdo con Velasco (2004) “cada instrumento responde a una naturaleza, objetivos y carácter propio, y es su uso alternativo o simultáneo el que permitiría conocer estrategias concretas de las políticas”.

1. Centro REDES, Argentina. Correo electrónico: pablo.fiba@gmail.com

2. Observatorio Iberoamericano de la ciencia, la tecnología y la sociedad, Argentina. Correo electrónico losorio.oei@gmail.com

3. www.policascti.net

En el análisis de políticas públicas se estudian los instrumentos para intentar comprender cuál es el vínculo que hay entre la formulación y la operacionalización de una política pública determinada para, de esta manera, analizar el proceso de implementación de la misma, y el consiguiente impacto que genera. Llevando esta conceptualización al ámbito de la ciencia, tecnología e innovación, las intervenciones estatales en este campo se abordan como un dominio más de interés (de la misma manera que ocurre con el de defensa, medio ambiente, educación, entre otros), pero se atiende de manera particular a sus demandas y prioridades específicas.

Las políticas, y su impacto consiguiente, varían de acuerdo al perfil de cada país, y a las relaciones que se presentan entre los distintos elementos de su sistema económico y social. Es entonces que las políticas dedicadas a la ciencia, tecnología e innovación son vistas como centrales por parte de los tomadores de decisión, a la hora de pensar en el desarrollo económico y social de los países. Es importante destacar, como rasgo central, que estos procesos han tendido a lograr periodos de fuerte crecimiento, seguidos de estancamiento o franco retroceso, lo cual ha modificado la instrumentalización de políticas acordes a este escenario.

A nivel sistémico los países de la región han presentado características estructurales similares, dada su estructura productiva dual, que consiste en una producción con baja agregación de valor y escasas capacidades tecnológicas (Suárez y Erbes, 2014) y una marcada desarticulación entre la oferta y la demanda de conocimiento y de soluciones tecnológicas e innovadoras; esto ha dado como resultado una propensión a la operatividad lineal de la política científica, tecnológica y de innovación, impulsada por la oferta. De esta manera, los sectores productivos usualmente han tendido a adquirir I+D incorporada en bienes de capital importados, lo cual, la mayoría de las veces, produce un impacto negativo en la generación de capacidades tecnológicas endógenas y coherentes con las necesidades propias de cada contexto. Arocena y Sutz (2016), sugieren que la mayor parte de los países periféricos se industrializaron sin salir de la especialización en la producción de bienes y servicios primarios. Estas condiciones han generado que los países de la región se especializaran en segmentos de ensamblaje y de bajo contenido tecnológico dentro de las cadenas globales de producción.

En este sentido, en América Latina las agendas de política científica, tecnológica y de innovación han sufrido transformaciones en sus principales enfoques y ejes de intervención. Este proceso condujo a que se pusiera un mayor énfasis en la generación de una matriz productiva basada en nuevos productos y servicios de alto valor agregado, y con recursos humanos altamente calificados. Para Pérez (2016: 305), “a pesar de las grandes diferencias en las condiciones políticas entre los países (desde dictaduras cívico-militares hasta democracias), los cambios en las ideas tecnológicas e instrumentos de política han sido esencialmente simultáneos en toda Latinoamérica”. Algunos países de la región, dadas sus

características institucionales, lideran la implementación de políticas públicas en el campo científico y tecnológico, contando con programas e instrumentos más sofisticados en cuanto a la especificidad de sus ejes de intervención; asimismo hay otro grupo de países que, dadas sus características sociales e institucionales, adaptan diversos instrumentos siguiendo las tendencias más generales en cuanto a la formulación y aplicación de los instrumentos llevado a cabo por los países más desarrollados de la región. Esto podría identificarse por ejemplo, en lo que Erbes y Suárez (2016), han planteado como un proceso análogo para la región llevado a cabo en las últimas dos décadas, donde se ha vivido un cambio en la institucionalización de las políticas.

“Durante los últimos veinte años, la esfera de la política pública viró desde la promoción de la innovación con un abordaje puramente de demanda (siguiendo la lógica del modelo lineal) hacia un abordaje más sistémico (al menos en lo discursivo) en el que a las políticas de oferta se fueron añadiendo sistemáticamente elementos que promovieran la vinculación entre actores: requerimientos de articulación público-privada, creación de centros de vinculación tecnológica, cambios en los mecanismos de incentivos para la transferencia en las universidades, etcétera” (Erbes y Suárez, 2016: 10).

Esta diferenciación de modelos de política e instrumentos ha llevado a que la política “explícita” de cada país describa cómo se aplican esfuerzos para todas las áreas, y cuáles son las áreas sectoriales a las que se le asigna una importancia particular. En este marco se hace cada vez más evidente, en el diseño de las políticas, la necesidad de contar con instrumentos de carácter mixto (verticales y horizontales)⁴ considerando que, para la promoción de sectores de productividad alta, es necesaria la presencia de una estructura económica y social que propicie espacios de articulación, basados en fuertes capacidades tecnológicas y de innovación, educación, así como interacciones entre diversos agentes y actores clave de este proceso.

En lo que respecta a la orientación de los instrumentos, según Baptista (2016) se ha evidenciado una inclinación de los países de América Latina por implementar políticas orientadas o verticales. No obstante, el desarrollo de estas políticas es muy limitado, evidenciando en su estudio tan solo el 16% de las intervenciones con este carácter sobre el total de los instrumentos relevados. Si bien esta afirmación se verifica en términos generales para la mayoría de los países de la región, para el caso Argentina, Brasil y México, es posible observar una tendencia hacia una mayor sofisticación de las políticas explícitas verticales, como se observará en el planteamiento de sus marcos normativos así como en el recuento de instrumentos.

4. Se entiende por instrumentos horizontales aquellos que no están dirigidos a un área del conocimiento, sector productivo o área tecnológica en particular; por su parte, los instrumentos que tienen un enfoque vertical, son destinados a la promoción y creación de sectores específicos, elegidos a partir de una estrategia particular de cada país (Yoguel, Lugones y Sztulwark, 2007; Baptista, 2016).

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente descrito, este trabajo presenta un análisis de las políticas e instrumentos de ciencia, tecnología e innovación en tres países de la región (Argentina, Brasil y México), por medio de una investigación exploratoria de carácter triangular. Asimismo la selección de los países se realizó considerando la ponderación del gasto en I+D como porcentaje del PIB, que permite observar que Brasil, Argentina y México son los países que presentan los mejores guarismos de la región.⁵

La información de instrumentos y políticas sobre estos países fue recolectada por dos medios. Por un lado, se realizó una búsqueda documental en páginas institucionales de los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (ONCyT) de estos países, así como en bibliografía específica. Por otro lado se utilizaron los datos sistematizados por la plataforma Políticas CTI para contabilizar la cantidad de instrumentos de política que cada uno de estos países presentó el último año disponible, considerando también la taxonomía que clasifica a dichos instrumentos.⁶

Una vez identificado el conjunto de países a ser estudiados, se realizó un análisis sobre tres de los ejes de la clasificación que presenta la plataforma de Políticas CTI, estos ejes son: innovación, recursos humanos y áreas estratégicas. Se decidió tomar estos ejes dado que los mismos concentran cerca del 70% del total de instrumentos de los países seleccionados, lo cual es lo suficientemente representativo y permite inferir las principales tendencias en la región en materia de política científica, tecnológica y de innovación.

La presente investigación expone un recuento realizado sobre el reporte de instrumentos de la plataforma Políticas CTI para los países seleccionados. Es necesario considerar que esta contabilización presenta un panorama general sobre el énfasis que pone cada país en la orientación de sus políticas; sin embargo, el mismo no da cuenta (necesariamente) cómo se lleva a cabo dicha instrumentalización, cómo se ejecuta ni tampoco cuáles sus impactos y resultados. La importancia de estudiar este panorama radica en comparar los esfuerzos realizados por los países de la región sobre temas de recurrente aparición en las agendas políticas, así como establecer las coincidencias que se establecen entre estas agendas y los instrumentos presentes en cada categoría.

De acuerdo a los datos suministrados por RICYT (2016) es posible observar cómo América Latina presenta, dentro de sus múltiples características, el hecho de que tres de sus economías más grandes concentran casi el 90% de los esfuerzos realizados en la inversión en I+D. Brasil representó para 2014 el 65% de la inversión total de la región, seguido por México con el 16% y Argentina con el 9%. Estos porcentajes dan cuenta de la brecha que existe entre estos países y el resto de la región que, según RICYT (2016), solo llegan a aportar un 10% al total de la inversión en I+D de América Latina.

Así como es posible observar una disparidad entre los niveles de inversión de los países más grandes de la región para con el resto, se puede establecer una suerte de correlación entre el nivel de inversión con el desarrollo y complejidad de los sistemas institucionales para cada caso. Por ello resulta necesario hacer una breve descripción de cada sistema, que permita poner en perspectiva el contexto en el cual se desenvuelven las principales políticas.

a) Sistema institucional y lineamientos de política de ciencia, tecnología e innovación en Brasil

Según datos de RICYT (2016), Brasil presentó una inversión en I+D como porcentaje del PBI de 1,2%; su gasto en millones de dólares (PPC) para el último año disponible fue de 39.704,47; y tuvo un total de 1,37 investigadores en EJC por cada mil integrantes de la PEA para el último año disponible. Estas cifras, como se verá más adelante comparadas con los guarismos de los otros países seleccionados en este estudio, dan cuenta de que este es el país de América Latina y el Caribe con mayor intensidad de inversión en I+D en relación a su economía. Brasil es el único país que ha superado el 1% de inversión en el campo que es el umbral sugerido como recomendable por la ONU, a diferencia del resto de las economías de la región que no han logrado llegar a esta cifra y se mantienen por debajo del 0,7% (RICYT, 2016).

Con respecto al sistema institucional científico, tecnológico y de innovación de Brasil, éste se compone por una diversidad de actores cuyos roles están determinados de acuerdo a su capacidad para la toma de decisiones, la operacionalización de instrumentos, el desarrollo de investigaciones, la elaboración de programas, entre otros. Los principales organismos a nivel nacional son el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (MCTIC), que tiene como función coordinar el sistema nacional, así como formular la política nacional para el sector y gobernar al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FNDCT). Bajo la competencia del MCTIC operan la Financiera de Estudios y Proyectos (FINEP), el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), así como la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES).

5. Comparación elaborada en base a datos obtenidos de la RICYT (www.ricyt.org).

6. PolíticasCTI presenta una taxonomía que clasifica todas las variantes de instrumentos implementados por los organismos nacionales dedicados a la ciencia y tecnología (ONCyT) en las siguientes siete categorías: I+D, Infraestructura, Innovación, Recursos Humanos, Áreas estratégicas, Vinculación y Cultura científica.

El MCTIC formó su estrategia con base en tres pilares principales: los incentivos para el desarrollo tecnológico y la innovación de las empresas, los incentivos para la creación de nueva infraestructura tecnológica y los incentivos para las empresas tecnológicas recién establecidas o startups (Koeller y Gordon, 2013 en Cassiolato et al, 2013). Estas políticas generaron un entendimiento de nuevos esquemas de financiamiento con los fondos sectoriales reconstruyendo la capacidad de financiamiento del gobierno federal y de los gobiernos estatales en actividades científicas y tecnológicas.

En la actualidad se mantienen lineamientos de políticas establecidas durante la década del 2000 entre las cuales se destacan: la Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior (PICTE), que planteó reducir las restricciones externas del país y equiparar el desarrollo de las tareas clave que permitan generar capacidades en Brasil para aumentar su competitividad en el escenario internacional. Asimismo, la Política de Desarrollo de la Producción (PDP) que buscó ampliar las capacidades de suministro; mantener la solidez de la balanza de pagos; mejorar la capacidad de innovación; y fortalecer las micro y pequeñas empresas (PYME) (Albornoz et al, 2015).

El gobierno brasileño definió 25 sectores prioritarios divididos en tres áreas principales: programas para avanzar en áreas estratégicas; programas para el fortalecimiento de la competitividad; y programas para consolidar y reforzar el liderazgo. Para cada una de estos, los mecanismos de política disponibles han sido identificados, y se clasifican de acuerdo a instrumentos de incentivo, poder adquisitivo gubernamental, compras por parte del gobierno y de las empresas estatales; e instrumentos de regulación y apoyo técnico.

Con el establecimiento de la Ley de los Bienes y la Ley de Innovación, se determinaron mecanismos para el financiamiento de las actividades de innovación, mediante ayudas económicas para la industria y la reducción de intereses por préstamos de instituciones públicas, así como la reestructuración de los incentivos fiscales para la I+D e innovación.

Por su parte la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ENCTI), documento de definición de planes y metas para el desarrollo científico y tecnológico nacional, presenta los programas prioritarios, los desafíos y las fuentes de recursos de las estrategias a llevar a cabo. Establece también las directrices para consolidar un sistema nacional científico, tecnológico y de innovación (SNCTI) en todos los ámbitos -federal, estatal, municipal, público y privado- y promover el perfeccionamiento del marco legal y la integración de diferentes instrumentos de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación disponibles en el país. Además propone estrategias y líneas de actuación para expandir y fortalecer la infraestructura de investigación y desarrollo, mediante recursos destinados al apoyo y expansión del posgrado y al fortalecimiento de los institutos de investigación científica y tecnológica, así como a la creación y ampliación de laboratorios, entre otros. (ENCTI, 2011). Los temas estratégicos planteados

en la ENCTI 2016-2019 son: aeroespacial y defensa, agua, alimentos, biomasa y bioeconomía, ciencias y tecnologías sociales, clima, economía y sociedad digital, energía, nuclear, salud y tecnologías convergentes y habilitadoras.

b) Sistema institucional y lineamientos de política de ciencia, tecnología e innovación en México

Según datos de RICYT (2016), México presentó una inversión en I+D como porcentaje del PBI de 0,54% el último año disponible; su gasto en millones de dólares (PPC) fue de 11.691,48 el último año disponible; y cuenta un total de 0,6 investigadores en EJC por cada mil integrantes de la PEA para el último año disponible.

El sistema nacional científico, tecnológico y de innovación mexicano está compuesto por una diversidad de políticas y actores. Entre estos se encuentra el Consejo Nacional Científico y Tecnológico (CONACYT), que es el coordinador y eje articulador del sistema, así como otras instituciones del sector público, del sector académico y del sector empresarial que tienen actividades científicas y tecnológicas (PECITI 2014- 2018).

Asimismo, el país cuenta con un marco institucional basado en leyes, regulaciones e instrumentos que se enfocan en fortalecer la implementación de políticas públicas en Ciencia, Tecnología e Innovación. La Ley de Ciencia y Tecnología de 2002, es la encargada de establecer el marco legal que conduce el campo de la Ciencia, Tecnología e Innovación y la dirección de sus esfuerzos a nivel sistémico y transversal, en las que toda la nación, desde municipios y regiones encuentren representatividad e igual participación en el campo. Esta Ley fue modificada en 2011, al ser incorporado explícitamente el concepto de innovación, reconociendo la estrecha relación que tiene con la ciencia y la tecnología. A partir de esto, la idea de sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación toma mayor fuerza, repercutiendo en el marco legal del país, sobre todo en la Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) y en el enfoque sectorial de la ciencia, tecnología e innovación (Dutrénit, 2015).

Los lineamientos de política en México se caracterizan por su enfoque horizontal de fomento a la I+D y a la innovación. Sin embargo, en el PECiTI 2014-2018 aparecen los siguientes temas prioritarios remarcando el enfoque sectorial de la política mexicana: Ambiente, Conocimiento del Universo, Desarrollo Sustentable, Desarrollo Tecnológico, Energía, Salud y Sociedad. En este sentido, las políticas verticales se han definido a partir de 14 sectores estratégicos, entre estos: el sector químico-farmacéutico, equipo mecánico, automotriz y autopartes, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), maquinaria y equipo, servicios empresariales, minería, aeronáutico, eléctrico-electrónico, industrias creativas, software y tecnología 3D, plásticos, agroindustria y servicios, material y equipo médico. No obstante, solo hay programas de apoyo para algunos de estos sectores, especialmente para el sector Aeroespacial, el Sector de TIC y Software (PROSOFT) y el Programa de apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta Tecnología (Dutrénit, 2015).

c) Sistema institucional y lineamientos de política de ciencia, tecnología e innovación en Argentina

Según datos de RICYT (2016), Argentina presentó una inversión en I+D como porcentaje del PBI de 0,59% en el último año disponible; su gasto en millones de dólares (PPC) fue de 5.867,14; y cuenta con un total de 2,97 investigadores en EJC por cada mil integrantes de la PEA en el último año disponible.

En este país, el sistema institucional público de ciencia, tecnología e innovación, se constituye de organismos de formulación y planificación de política a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT), así como Consejos, Comisiones, Comités de Asesores y Secretarías. Dentro de los organismos que promueven la política en la materia se encuentra la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), que funciona por medio de los cuatro grandes fondos de financiamiento como son: el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT); el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR); el Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFIT); y el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). Otros organismos importantes del sistema dedicados a la promoción y ejecución de la política son: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Los actuales lineamientos de política de ciencia, tecnología e innovación de Argentina se rigen bajo la normativa del “Plan Argentina Innovadora 2020”, que da cuenta de la concepción que tiene el Estado Nacional sobre el papel de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con respecto a los objetivos de desarrollo social y productivo.

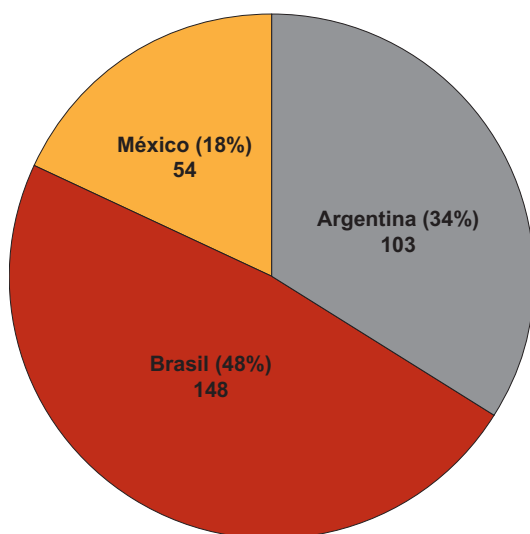
“El Plan tiene dos objetivos principales. Por un lado, continuar el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el propósito de seguir formando recursos humanos de alta calidad, aumentar el acervo de conocimientos disponible y despertar vocaciones científicas en los niños y jóvenes a fin de proyectar un futuro en el que el conocimiento sea un factor central de la inclusión y el crecimiento económico del país. Por otro lado, impulsar el desarrollo de la cultura emprendedora y la innovación, a fin de generar bienes y servicios de alto valor agregado, que sirvan para aumentar la competitividad a las empresas y dar respuesta a problemáticas sociales” (MINCYT, 2011).

De acuerdo con dicho plan, la articulación de tecnologías de propósito general (nanotecnología, biotecnología y TIC) con sectores productivos de bienes y servicios es fundamental para el desarrollo de la economía. Los sectores estratégicos seleccionados por el plan son: agroindustria, ambiente y desarrollo sustentable, desarrollo social, energía, industria y salud.

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA CTI EN PAÍSES SELECCIONADOS

De acuerdo a la descripción realizada de los sistemas nacionales, se presenta a continuación un análisis de las principales tendencias de la operacionalización de las políticas públicas del sector. Teniendo en cuenta la contabilización de instrumentos ejecutados para el primer semestre de 2017 para los tres países, se obtiene un total de 303 programas, tal como se indica en el **Gráfico 1**. De esta totalidad, es posible observar que Brasil es el país que presenta mayor cantidad de instrumentos implementados, lo cual se podría relacionar con la diversidad institucional y el elevado nivel de inversión que este país realiza en ciencia y tecnología en relación a su PBI, así como a otros elementos de tipo sistémico y político, tal cual se expresaron anteriormente. Argentina ocupa el siguiente lugar en cantidad de instrumentos y, visto a nivel de América Latina, es el segundo país que más invierte en I+D en relación a su PBI y que cuenta con varios organismos dedicados a la promoción y ejecución de la ciencia, tecnología e innovación. A continuación se ubica México, que cuenta con un nivel de gasto similar al de Argentina, pero con menor cantidad de instrumentos dedicados al área.

Gráfico 1. Total de instrumentos en países seleccionados, año 2017 o último dato disponible



Fuente: Elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta realizada el 03/05/2017

Ante este punto cabe aclarar que no existe un correlación directa entre la cantidad de instrumentos, sean programas y proyectos,

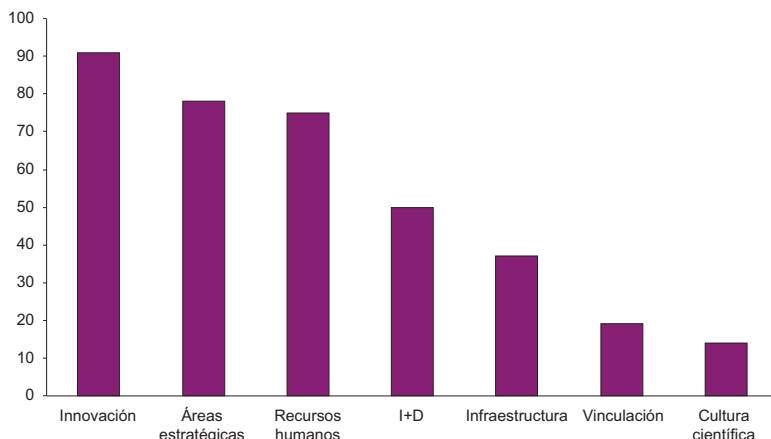
dedicados al incentivo de la ciencia, la tecnología y la innovación de los países, y los montos que se invierten en cada caso. Esto quiere decir que un país puede presentar una cantidad significativa de programas pero con escaso financiamiento, o viceversa.

En el **Gráfico 2** se observa la distribución de instrumentos de política de acuerdo a los siete ejes que utiliza la plataforma de Políticas CTI para el conjunto de países seleccionados. Es notorio el fuerte peso que tiene el eje de innovación, que es el que concentra la mayor cantidad de instrumentos, llegando a casi 90. En segundo orden de importancia, y llegando a una paridad, se encuentran los instrumentos dedicados a fomentar las áreas estratégicas y la formación de recursos humanos. En cuarto orden aparecen las políticas específicas de fomento de las actividades de I+D, que excluyen a las que tienen componentes de innovación, o que constituyen áreas estratégicas y se concentran en la generación de nuevo conocimiento básico y aplicado. En quinto lugar se listan las políticas dedicadas a la creación, mantenimiento o ampliación de infraestructuras. Y por último se encuentran los instrumentos de vinculación, así como los dedicados a promover la cultura científica.

50

En el **Gráfico 3** se presenta la proporción que ocupan, para cada país, los instrumentos de acuerdo a los siete ejes relevados por Políticas CTI. Para el caso argentino los instrumentos se concentran en los ejes de innovación y recursos humanos, que en concordancia con su plan de ciencia y tecnología “Argentina Innovadora 2020”, se propone fortalecer el sistema científico y tecnológico por medio del fomento a la formación de recursos humanos altamente calificados, así como del impulso a la innovación y a la cultura emprendedora para aumentar la competitividad de las empresas. Para el caso brasileño, la innovación, las áreas estratégicas y los recursos humanos ocupan un lugar central en la operacionalización de sus políticas, teniendo en cuenta que, en su estrategia de ciencia y tecnología, estos son campos en los que se invierten grandes montos de dinero y se establece que el vínculo de estos tres aspectos conlleva mejores condiciones socio-económicas. Por último, en el caso mexicano se observa un fuerte énfasis en las áreas estratégicas, teniendo en cuenta la importancia de la sectorialidad a nivel de política científica y tecnológica, con la cual se busca actuar en diversos nichos y áreas decisivos para el país.

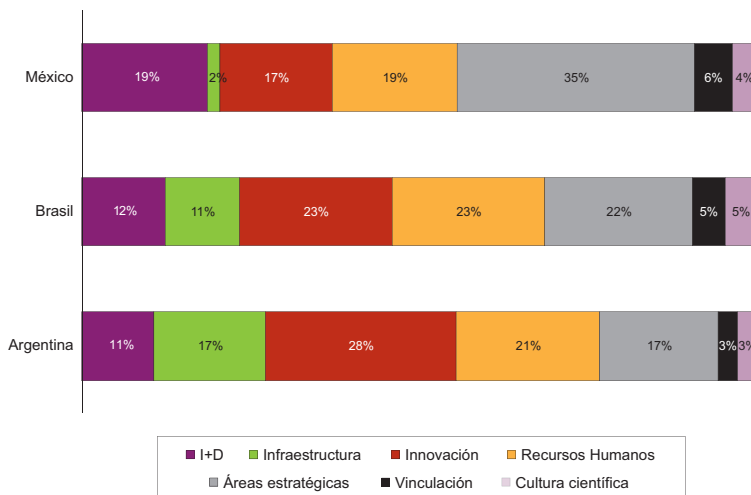
Gráfico 2. Distribución de instrumentos por eje en países seleccionados, año 2017 o último dato disponible



Fuente: Elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta realizada el 03/05/2017

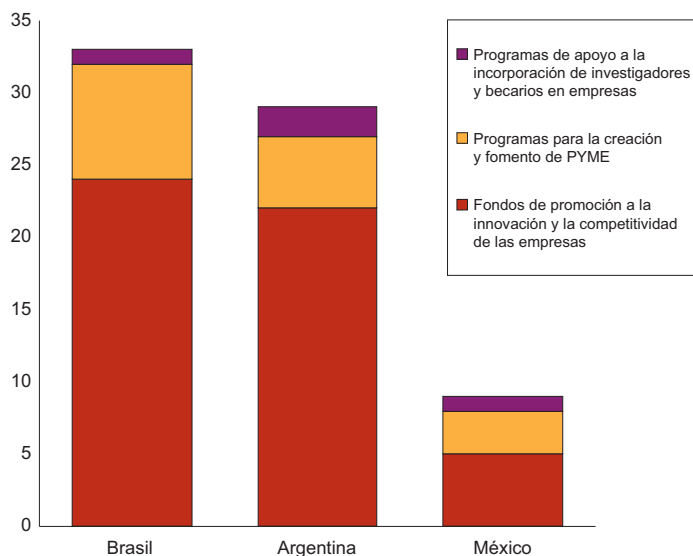
A partir de esta información se puede afirmar que en los países seleccionados ocupan un lugar central los instrumentos dedicados al fomento de, en primer lugar, la innovación, seguido de los recursos humanos y las áreas estratégicas. Para cada uno de estos ejes, es posible observar la distribución de los instrumentos de acuerdo a categorías, lo cual remarca también las tendencias de cada país, como se evidencia a continuación.

Gráfico 3. Proporción de instrumentos por eje en países seleccionados, año 2017 o último dato disponible



Fuente: Elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta realizada el 03/05/2017

Gráfico 4. Número de instrumentos para el eje de innovación en países seleccionados, año 2017 o último dato disponible

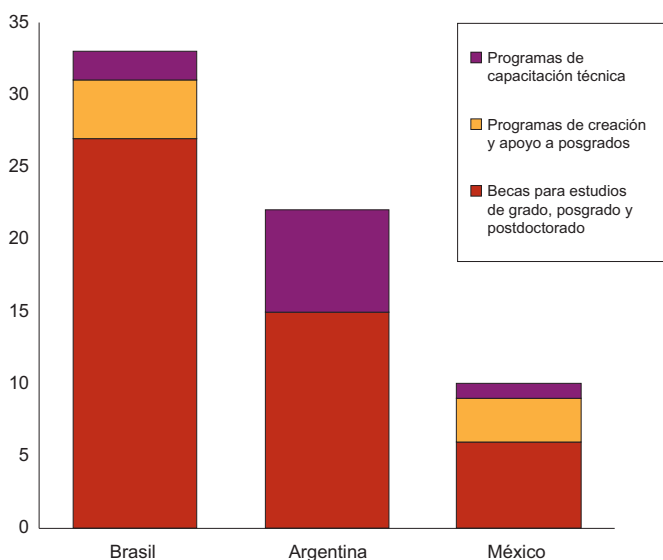


Fuente: Elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta realizada el 03/05/2017

En el **Gráfico 4** se presentan los instrumentos desagregados para las tres categorías presentes en el eje de innovación. Allí se observa una distribución bastante equitativa para los cuatro casos: el grueso de los programas de financiamiento se concentran en la categoría de “Fondos de promoción a la innovación y la competitividad de las empresas”, ocupando entre el 70 y el 80% de los instrumentos. En segundo lugar aparecen los “Programas para la creación y fomento de PYME”; mientras que en tercer lugar lo hacen los “Programas de apoyo a la incorporación de investigadores y becarios en empresas”. Sin dudas las políticas de innovación están fuertemente concentradas en instrumentos que buscan promoverla en firmas ya existentes, en lugar de apoyar la creación de nuevas empresas que motoricen los procesos innovadores. También se puede observar el bajo énfasis que se pone en la incorporación de personal altamente calificado en el sector privado: los programas existentes en la región han evidenciado ciertos problemas de implementación, por la baja demanda que tienen las empresas a incorporar recursos humanos altamente calificados en sus sistemas de producción (Pires Ferreira, 2002).

Los tres países presentan instrumentos para lograr la innovación en las empresas pero como se observa en el gráfico, es escasa la presencia de instrumentos que fomentan la relación del sector productivo con el “stock” de conocimiento del sector científico, ejemplificado en la incorporación de becarios, investigadores y doctores en empresas. Esto no estaría representando un sistema de innovación interactivo para estos países seleccionados, sino una modelo de desconexión entre los actores. Según Calza et al (2010), los actuales modelos de las políticas de CTI están acompañadas por instrumentos e incentivos que puedan implementarse de manera más efectiva y por lo tanto se han creado nuevos instrumentos destinados a la innovación de las empresas. Sin embargo, la visión sistémica de las políticas aún presenta falencias en su ejecución, limitaciones estructurales y obstáculos para la competitividad de las firmas y su integración con otros sectores.

Gráfico 5. Número de instrumentos para el eje de recursos humanos en países seleccionados, año 2017 o último dato disponible



Fuente: Elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta realizada el 03/05/2017

En el **Gráfico 5** se presentan los instrumentos desagregados para las tres categorías relevadas en el eje de recursos humanos. En los tres países se observa un peso preponderante de los instrumentos enfocados en “Becas para estudios de grado, posgrado y postdoctorado”, ocupando (para todos los casos) entre el 70 y el 80% del total. En

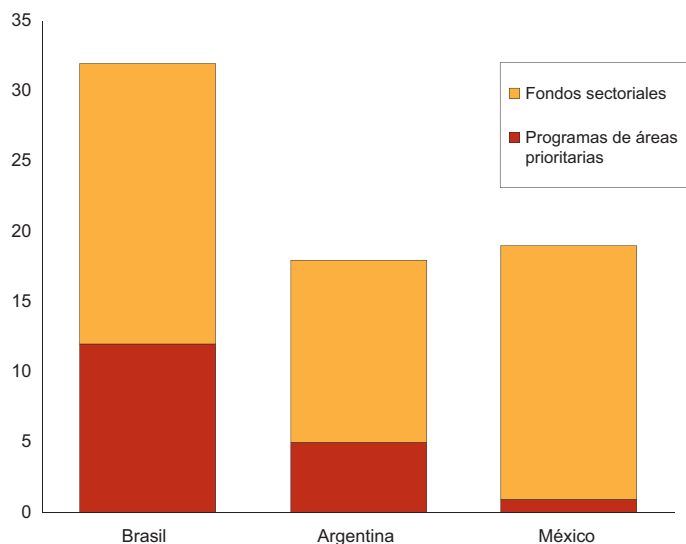
segundo orden aparecen los “Programas de capacitación técnica”, los cuales tienen un peso importante para el caso argentino (un 30% del total), mientras que son marginales para los dos países restantes. En cuanto a los “Programas de creación y apoyo a posgrados”, los mismos tienen un peso marginal para esta categoría, a excepción del caso brasileño. Argentina en esta categoría no presenta instrumentos, mientras que México presenta un instrumento.

El fuerte peso que tienen dentro de este eje los programas dedicados a la promoción de los recursos humanos a través de becas, está dado por la tradición que existe en la región de fomentar la creación de los recursos humanos especializados (más allá de su potencial inserción en la estructura productiva). Esta ampliación del “stock” de recursos humanos especializados ha estado desvinculada de las necesidades de los sistemas nacionales de CTI. Así, como plantea Luchilo (2010), uno de los principales fenómenos que preocupan a los países es la “insuficiente cantidad de graduados universitarios en ciencias e ingeniería, que puede constituir un cuello de botella para la expansión de las industrias intensivas en conocimiento”. En los últimos años se evidencian, sin embargo, ciertos esfuerzos por orientar la formación hacia campos y especialidades que tienen demandas insatisfechas de personal altamente calificado en los principales países de la región. Como plantean Calza et al (2010), las políticas de ciencia, tecnología e innovación requieren la coordinación con otras políticas de carácter social, económico y educativo, para la creación de capital humano calificado, que sea consistente con las exigencias de la estructura creativa y la demanda del sector privado.

En el **Gráfico 6** se disponen los instrumentos desagregados para las dos categorías relevadas en el eje de áreas estratégicas. A nivel regional, es posible observar el rol que han ido ocupando los fondos sectoriales en las agendas políticas, como herramientas que permiten a los gobiernos movilizar recursos y generar vínculos y transferencias entre los diversos sectores sociales que participan en los procesos científicos, tecnológicos y de innovación.

La implementación de los fondos sectoriales ha sido una de las principales políticas que han llevado adelante los países de la región para motorizar su inversión en ciencia, tecnología e innovación. La experiencia

Gráfico 6. Número de instrumentos para el eje de áreas estratégicas en países seleccionados



Fuente: Elaboración propia en base al reporte de instrumentos de la base de Políticas CTI. Consulta realizada el 03/05/2017

llevada adelante por Brasil, que fue el primer país en proponer este mecanismo, fue tomada como ejemplo por los demás países de la región, como es el caso de Argentina y México,⁷ que han venido trabajando en fondos transversales dedicados a sectores de importancia estratégica para cada uno de sus sistemas. En Brasil, varios de los fondos son financiados por medio de impuestos a sectores económicos determinados. A modo de ejemplo, uno de los más grandes, el CT - Petro, obtiene sus recursos económicos de un porcentaje de las regalías que pagan las empresas petroleras de acuerdo a sus actividades productivas. Esta tasa, que luego se invierte en forma de subsidios, se utiliza para estimular la innovación productiva en el sector petrolero y gasífero, mejorando la formación de recursos humanos, y financiando proyectos en conjunto entre empresas y universidades (Albornoz et al, 2015).

LINEAMIENTOS DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN

Ante el panorama presentado con respecto a la implementación de instrumentos de política en CTI en la región, es factible definir ciertas tendencias para los países seleccionados. Más allá de los esfuerzos por incorporar el concepto de innovación en la formulación de las políticas, que puede ser vista como un avance en el proceso de fortalecimiento de los sistemas de ciencia y tecnología, se observa que los países presentan heterogeneidades estructurales que impiden que dicho concepto sea desarrollado a nivel sistémico.

7. Para más información sobre los fondos sectoriales de cada uno de estos países, consultar el repositorio de www.politicasccti.net

Por otra parte es evidente que la presencia de instrumentos horizontales sigue siendo una tendencia muy presente en los tres países estudiados; no obstante, vale la pena resaltar el lugar que han ido tomando las políticas sectoriales y verticales en los marcos normativos y en su operacionalización (por medio de los instrumentos). Como se observó, en Argentina, Brasil y México, las políticas dirigidas a instrumentos de gran alcance como los fondos sectoriales y demás programas estratégicos, buscan promover sectores básicos de las economías como ambiente, energía, salud, pero también apuntan a la nano, bio y TIC como actividades intensivas en conocimiento. Sin embargo, la falta de articulación estructural en los sistemas de dichos países impide el desarrollo adecuado de las áreas sectoriales identificadas como estratégicas para cada caso. Esto hace necesario fomentar la creación de nuevos (y variados) sectores económicos, industriales y tecnológicos, así como elegir actividades que sean mejores que otras (Reinert, 1996), pero que puedan vincularse con otros sectores productivos -ya existentes-, desde los cuales sea posible llevar a cabo transferencias de capacidades tecnológicas y de I+D. Siguiendo lo planteado por Borrás y Edquist (2013):

“El diseño e implementación de políticas de innovación sistémicas depende del alcance al que fueron definidos los instrumentos de política para la innovación, hechas a medida y combinadas en instrumentos mixtos que abordan los problemas relacionados con las actividades del sistema. Los instrumentos de política en sí mismos no son sistémicos a menos que sean combinados de manera tal que aborden la naturaleza compleja y a menudo multidimensional de la innovación”.

COMENTARIO FINAL

De acuerdo a lo analizado a lo largo del trabajo es posible trazar lineamientos y tendencias sobre la orientación de las principales políticas de ciencia, tecnología e innovación en Argentina, Brasil y México. Para este conjunto de países se verifica la movilización de esfuerzos para promover, por medio de capacidades institucionales representadas en políticas e instrumentos, el fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación. De esta manera se podría constatar que, en el contexto latinoamericano, la diversificación en el diseño de herramientas e instrumentos es preponderante; sin embargo y como se observó en este estudio, a la hora de analizar la implementación de las políticas de estos tres países, existe una alta concentración en tres sectores principales: innovación, recursos humanos y áreas estratégicas, agrupando casi tres cuartas partes del total de los instrumentos.

En los tres países analizados se observa una cantidad importante de instrumentos, tanto horizontales como sectoriales, que buscan fortalecer los principales sectores productivos con el propósito de mejorar la competitividad de las empresas, intentando de esta manera suplir la escasa capacidad que tiene la mayor parte del sector privado para conducir procesos de innovación

sistemáticos. A esto se suman los esfuerzos que realizan estos países en la formación de recursos de humanos altamente calificados, que busca compensar cierto exceso de formación en áreas y sectores que no se corresponden del todo con las demandas del mercado; en particular considerando que se detectan importantes déficits de formación en la categoría conocida en inglés por su sigla STEM (ciencias, tecnologías, ingeniería y matemática).

A su vez se observa en la región una tendencia creciente de implementar instrumentos sectoriales que apuntan a financiar áreas estratégicas, tales como software y TIC, ingenierías, biotecnología, entre otras. Esto va de la mano de una profusión de planes estratégicos y definiciones políticas de sectores prioritarios para conducir los esfuerzos por el desarrollo, lo cual conduce a pensar en que se evidencia un giro en las tendencias principales de políticas públicas en el área, que se caracterizaron por llevar a cabo un abordaje más horizontal, y se dio paso a repensar la necesidad de implementar políticas mixtas para alcanzar el desarrollo de ciertos sectores considerados estratégicos. Sin embargo, los condicionantes estructurales que se han mencionado a lo largo del trabajo impiden que las políticas de innovación se puedan desplegar en todo su potencial y generar procesos significativos de cambio social y económico.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORNOZ, M; BARRERE, R.; OSORIO, L; SÁNCHEZ MACCHIOLI, P.; TURKENICH, M. (2015): “Políticas CTI en países emergentes. Análisis comparado de experiencias heterogéneas y su aplicabilidad en Argentina”. Proyectos de investigación CIECTI. Convocatoria 2014. Disponible en: <http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2016/11/Proyectos-de-Investigaci%C3%B3n-Res%C3%BAmenes-ejecutivos.pdf>

AROCENA, R; SUTZ, J. (2016): “Innovación y sistemas nacionales de innovación en procesos de desarrollo”. en *Repensando el desarrollo: una discusión desde los sistemas de innovación*. Compilado por Analía Erbes; Diana Suárez. - 1a ed . - Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

BAPTISTA, B. (2016): “Los instrumentos de política de ciencia, tecnología e innovación en América Latina”. *El Estado de la Ciencia 2016*, RICYT. Disponible en: www.ricyt.org

BARLETTA, F., PEREIRA, M., YOGUEL, G. (2014): “Schumpeterian, Keynesian, and Endowment efficiency: some evidence on the export behavior of Argentinian manufacturing firms. *Industrial and Corporate Change*”. Volume 23, Issue 3. Disponible en: <https://ideas.repec.org/s/oup/indcch.html>

- BIANCO, C. (2007): "¿De qué hablamos cuando hablamos de competitividad?". Centro Redes. Documento de Trabajo N° 31, Marzo. Disponible en: <http://www.centroredes.org.ar/files/documentos/old/Doc.Nro31.pdf>
- BORRÁS, S; EDQUIST, C (2013): "The choice of innovation policy instruments" en *Technological Forecasting & Social Change* 80.
- CALZA, E; CIMOLI, M; ROVIRA, S. (2010): "Diseño, implementación e institucionalidad de las políticas de Ciencia, Tecnología e Investigación en América Latina y el Caribe". CEPAL. Revista de Trabajo, Año 6, Número 8.
- CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. Y SOARES, M. C. (2013): "Sistema Nacional de Innovación de Brasil: Desafíos para la sostenibilidad y el desarrollo incluyente", en G. Dutrénit y J. Sutz (eds.): *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana*. Disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/sistema_de_innovacion.pdf.
- CEPAL (2012): "Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada para el desarrollo". San Salvador. Disponible en: http://www.cepal.org/pses34/noticias/documentosdetrabajo/4/47424/2012-ses-34-cambio_estructural.pdf
- CIMOLI, M., PORCILE, G., ROVIRA, S., (2010): "Structural change and the BOP-constraint: why did Latin America fail to converge?". *Cambridge Journal of Economics* 34, 389-411. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/oup/cambje/v34y2010i2p389-411.html>
- DUTRENIT, G., KATZ, J. (2005): "Innovation, growth and development in Latin-America: Stylized facts and a policy agenda". *Innovation: Management, Policy & Practice* 7, 105-130.
- DUTRÉNIT, G (2015): *Políticas de innovación para fortalecer las capacidades de manufactura avanzada en México*. Cieplan. Santiago de Chile.
- EMILIOZZI, S., LEMARCHAND, G. A., GORDON, A. (2009): *Inventario de instrumentos y modelos de políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. REDES-BID, Working Paper 9.
- ERBES, A; SUÁREZ, D (2016): *Repensando el desarrollo: una discusión desde los sistemas de innovación*. Compilado por Analía Erbes; Diana Suárez. - 1a ed. - Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- LUCHILO, L (2010): "Programas de apoyo a la formación de posgrado en América Latina: Tendencias y problemas". En *Formación de posgrado en América Latina. Políticas de apoyo, resultados e impactos*. Compilado por Lucas Luchilo. - 1a ed. - Buenos Aires: Eudeba.
- LUGONES, G.; SUÁREZ, D. (2006): "Los magros resultados de las políticas para el cambio estructural en América Latina: ¿problema instrumental o confusión de objetivos?". Centro Redes. Documento de Trabajo N°: 27. Julio. Disponible en: http://www.centroredes.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=57:doctrabajo27&catid=8:documentos-de-trabajo&Itemid=44
- MULLER P. (2000): "L'analyse cognitive des politiques publiques: vers une sociologie politique de l'action publique". En: *Revue française de science politique*, 50^e année, n°2, pp. 189-208.
- PÉREZ, C (2016): "Teoría y políticas de innovación como blanco móvil" en *Repensando el desarrollo: una discusión desde los sistemas de innovación*. Compilado por Analía Erbes; Diana Suárez. - 1a ed. - Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- PEREZ, C.; SOETE, L. (1988): "Catching Up in Technology: entry Barriers and Windows of Opportunity", en: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Soete, L. (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Francis Pinter, London.
- PIRES FERREIRA, S. (2002): "Personal en Ciencia y Tecnología: Cuestiones metodológicas y análisis de resultados". Disponible en: http://www.ricyt.org/manuales/doc_view/123-personal-en-ciencia-y-tecnologia-cuestiones-metodologicas-y-analisis-de-resultados
- REINERT, E., (1996): "The role of technology in the creation of rich and poor nations: underdevelopment in a Schumpeterian system", en: Aldcroft, Catterall (Eds.), *Rich nations-poor nations*. Elgar, UK.
- SUÁREZ, D; ERBES, A (2014): "Desarrollo y subdesarrollo latinoamericano un análisis crítico del enfoque de los sistemas de innovación para el desarrollo". En *Redes*, vol. 20, núm. 38, 2014, pp. 97-119. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/907/90745924003.pdf>
- VELASCO, M. (2007): "Distintos instrumentos para un mismo fin. Los instrumentos de las políticas públicas como herramienta para el análisis". Disponible en: http://eprints.ucm.es/12184/2/velasco_Instrumentos_pol%C3%ADticas.pdf
- YOGUEL, G; LUGONES, M; SZTULWARK, S (2007): "La política científica y tecnológica Argentina en las últimas décadas: algunas consideraciones desde la perspectiva del desarrollo de procesos de aprendizaje". *Manual de Políticas Públicas*. CEPAL. Disponible en: <http://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/5/31425/yoguellsztulwark.pdf>

2.3. LA EXPERIENCIA EN ENCUESTAS DE INNOVACIÓN DE ALGUNOS PAÍSES LATINOAMERICANOS*

CHARLOTTE GUILLARD** Y MÓNICA SALAZAR***

1. INTRODUCCIÓN

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la RICYT han participado en el proceso de revisión del Manual de Oslo, liderado por la OCDE y Eurostat. En este contexto han sido identificadas varias dimensiones para mejorar las pautas de la recolección de datos y la medición de la innovación.

Con el objetivo de conocer la experiencia de diferentes países de América Latina y el Caribe en diversas dimensiones de la medición de la innovación, se realizó una encuesta a los responsables de la realización de las encuestas disponibles. Se espera que los resultados de este relevamiento contribuyan a incluir la perspectiva de la región en la nueva versión del Manual de Oslo.

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto "Mejoramiento de la calidad y comparabilidad de los indicadores de innovación en los países de ALyC (RG-E1487), financiado por el BID y liderado por la División de Competitividad, Tecnología e Innovación del Banco.

2. PREGUNTAS GENERALES

Todos los países usan la última revisión de CIU (Revisión 4) excepto Argentina y México que usan respectivamente la revisión 3 de CIU y la revisión 3.1 de la CIU (y revisión

1.1 de NACE). México es el único país que considera solo a las empresas con más de 20 empleados como universo. Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador tienen como población objetivo las empresas con por lo menos 10 empleados mientras Uruguay incluye a las empresas con por lo menos 5 empleados. Además, en Colombia y en Uruguay, se incluyen todas las empresas con más de 137 millones de pesos (alrededor de USD 47.000) y por lo menos 120 millones de pesos (cerca de USD 4.250.000), respectivamente. En Perú, la población objetivo corresponde a todas las empresas con ventas netas superior a casi USD 170.000. Finalmente, en Panamá y Costa Rica todas las empresas hacen parte de la población objetivo.

Con respecto al muestreo, la mayoría de los países de la región realizan encuestas de innovación utilizando un muestreo aleatorio estratificado, según se indica en el Manual de Oslo (MO), incluyendo Argentina, Chile, Brasil, Ecuador, México, Panamá, Perú y Uruguay. Sin embargo, el método de estratificación es muy diferente entre países. En el caso de Argentina, Chile y Uruguay, la actividad económica principal de la empresa y su tamaño se utilizan como variables de estratificación, mientras que Brasil y Ecuador toman en cuenta sólo el tamaño de la empresa. Cabe destacar que la variable de tamaño se considera en términos de número de empleados en el caso de Argentina, Brasil, Ecuador y Uruguay, pero en términos de ventas en Chile. En Perú, se realiza un censo para las

* Este documento fue publicado también como Documento para Discusión del BID N°IDB-DP-530. Agradecemos Rodolfo Barrere, de la RICYT, por su apoyo en la realización de esta encuesta.

** Consultora, División de Competitividad e Innovación, Banco Interamericano de Desarrollo. Doctorante, Universidad de Strasbourg y UNU-MERIT.

*** Especialista en Ciencia, Tecnología e Innovación, División de Competitividad e Innovación, Banco Interamericano de Desarrollo.

empresas que representan el 82% de las ventas netas anuales del país y se utiliza un muestreo aleatorio simple para recopilar datos para las empresas restantes. Costa Rica sólo realiza un muestreo aleatorio simple. Colombia es el único país que realiza un censo. Ninguno de los países declaró haber tenido dificultades en el diseño de la muestra. Sin embargo, Chile señala que están aprendiendo y reflexionando sobre una manera más adecuada de realizar la estratificación de la muestra de empresas con el fin de mejorar su representatividad. Todos los países declaran que su encuesta tiene cobertura nacional excepto Costa Rica¹ y Panamá.² Además, México considera tener una representatividad a nivel estatal y Argentina a nivel del sector y del tamaño de la empresa.

Todos los países entrevistados realizaron un control de consistencia de los datos. Ninguno de ellos declara haber tenido dificultades. Es importante señalar que en algunos casos los encuestados no están a cargo de este tipo de actividad. Por ejemplo, en Colombia, México y Perú, el organismo nacional de estadística se encarga de los controles de consistencia.³

Todos los países informan tener una base de datos anonimizada, excepto Colombia y Costa Rica. En el caso de Costa Rica, el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) está trabajando en un documento que establece las directrices para el proceso de anonimización de las bases de datos, y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) está a la espera de este documento. Argentina, Brasil, México y Uruguay no consideran haber tenido dificultades para construir la base de datos anónima. Colombia (competencia del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE), Chile, Ecuador y Panamá no dan más detalles sobre la dificultad de construir una base de datos anonimizados. Argentina subraya la importancia de informar a los usuarios de la base de datos anonimizada de los cambios y de la pérdida de información que implica con respecto a los datos originales. Todos los países tienen factores de expansión, con excepción de Uruguay. Según México, los factores de expansión pueden ser solicitados al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Dado que Colombia realiza un censo, los factores de expansión no son necesarios.

En términos de cobertura sectorial, la mayoría de los países realizan encuestas de innovación tanto en el sector manufacturero como en el de los servicios. Colombia, Costa Rica y México realizan esta encuesta en los dos sectores de manera independiente. Argentina y Perú son los únicos dos países entrevistados que realizan la

encuesta sólo en el sector manufacturero. Finalmente, algunos países incluyen otros sectores como la electricidad y el gas en el caso de Brasil y Chile, y la agricultura en Costa Rica y Uruguay (como encuestas independientes). Finalmente, la encuesta de innovación de Ecuador incluye casi todos los sectores de la clasificación CIU (revisión 4).⁴

3. INVERSIÓN EN ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

Todos los países entrevistados preguntan si la empresa realiza actividades de innovación en términos de gastos de I+D (con desglose entre I+D interna y externa), adquisición de maquinaria, equipo y otros bienes de capital, capacitación (excepto Brasil), actividades de diseño industrial (excepto Brasil y Chile), adquisición de conocimiento externo⁵ (excepto Uruguay). La mayoría de los países solicitan información sobre la inversión en consultoría (excepto Brasil, Chile y México). En cuanto al gasto en TIC, la mayoría de los países preguntan a las empresas si invierten en adquisición de hardware y software (Costa Rica, Ecuador, Panamá y Perú tienen un desglose entre hardware y software). En el caso de Chile, la adquisición de software y de hardware⁶ se incluye en la adquisición de maquinaria, equipos y otros bienes de capital. Brasil y México sólo preguntan por los gastos de software. Cuando se trata de la inversión destinada a introducir innovaciones en el mercado, más de la mitad de los países lo incluyen en su cuestionario (Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Uruguay).

Otras preguntas recomendadas por el MO se preguntan sólo en algunos países de la región. Por ejemplo, sólo cinco de los diez entrevistados preguntan por la inversión en asistencia técnica (Argentina, Colombia, Ecuador, Panamá y Perú). La pregunta sobre otras actividades para la preparación de innovaciones de productos y procesos sólo aparece en la encuesta de innovación de Brasil, México y Panamá. Además de los tipos de gastos recomendados en el MO, los países de la región incluyeron en su última encuesta otras dimensiones:

- Instalación y desarrollo de nuevos equipos (Chile)
- Gestión (Costa Rica, Panamá y Ecuador)⁷
- Gestión de calidad (Panamá)⁸
- Gestión ambiental (Panamá)
- Actividad de monitoreo y vigilancia tecnológica (Panamá)
- Adquisición de terrenos y edificios (México).

4. Los sectores correspondientes a Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (A); Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas (R); Otras actividades de servicios (S); Actividades de los hogares como empleadores - actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio (T) y Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales (U) están excluidas.

5. En Argentina, este gasto esta junto con gastos en asistencia técnica mientras en Perú se pregunta junto con asistencia técnica y consultoría.

6. Aunque el hardware no se menciona explícitamente en el cuestionario, los entrevistadores del INE orientan a los encuestados a considerar el gasto de hardware como parte del equipo.

7. Este gasto está considerado junto con gastos en diseño organizacional en el caso de Ecuador.

8. Esta información no proviene del cuestionario a los países sino de la encuesta de innovación de Panamá (2013).

1. En el caso de Costa Rica, se excluyen de la muestra las fincas que no están usadas, que producen para el consumo familiar, para las cuales los empleados laboran menos de 20 horas a la semana

2. En Panamá se excluye una provincia.

3. En Colombia la agencia estadística corresponde al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en México al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y en Perú al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Todos los países entrevistados consideran que estos datos son confiables. Según Ecuador, esto se debe al hecho de que emplean personal calificado que ayuda a las empresas a responder a las preguntas. Además, se realizaron controles a posteriori en Costa Rica y Argentina. Sin embargo, Argentina y Chile señalan que en algunos casos las empresas han tenido dificultades para estimar las cantidades anuales. En particular, en Argentina ha sido difícil obtener un valor desagregado de los gastos en TIC (software y hardware). Por esta razón, los gastos fueron reportados de manera agregada. Además, Chile observó firmas que innovaron pero que no gastaron nada en actividades de innovación. Ellos atribuyen esta inconsistencia a la dificultad para las empresas de cuantificar las inversiones en actividades de innovación. En el caso de Colombia, aseguran que los datos son confiables a partir del 2007; antes de ese año un proceso importante de limpieza de los datos es necesario. Brasil, México y Panamá no contestaron a esta pregunta. Perú responde que no tiene la información. Todos los países recopilan datos sobre el monto de los gastos excepto Chile que no recauda los gastos de I + D, ya que estos se incluyen en la encuesta de I+D realizada por separado. Estos gastos están disponibles en valor absoluto en todos los países. Esta información también se presenta en los resultados presentados como porcentaje de las ventas por Brasil, Perú y Uruguay y como porcentaje del PIB por Ecuador. En el caso de Argentina, si bien los datos se recogen en valor absoluto, en la base de datos anonimizada esta información sólo está disponible como porcentaje del gasto total (el gasto total en actividades de innovación está disponible como porcentaje de ventas en esta base de datos).

El gasto en actividades de innovación se refiere a todos los tipos de innovación en la mayoría de los casos. Sin embargo, en el caso de Brasil y Ecuador, se refiere sólo a la innovación de productos y/o procesos. En la encuesta de Ecuador, también se proporciona información sobre inversiones relacionadas con la innovación organizacional o de comercialización para todo el período de referencia (no hay desglose por año). Chile está pensando en no considerar estos gastos como insumos para la innovación no tecnológica y así dirigir las preguntas sobre los gastos de innovación que se dedican exclusivamente a la innovación tecnológica, como en las encuestas de innovación comunitaria (CIS).

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INNOVACIÓN

Todos los países utilizan la tipología de innovaciones del MO: producto, proceso, organización y comercialización. Además de estos tipos de innovación, Chile incluye la innovación social. Brasil señala que no usa estos cuatro tipos de innovación cuando se trata de los impactos de la innovación, sino que solo considera innovación de producto y de proceso (a la diferencia de CIS). Sólo Argentina, Brasil, Colombia y Ecuador usan una distinción entre productos y procesos nuevos y significativamente mejorados, ya que consideran que esta información es útil

para evaluar el grado de novedad de la innovación. Aunque Costa Rica y Perú no hacen esta distinción, también la encuentran útil. Sin embargo, Chile, México y Uruguay no creen que esta distinción sea útil. México considera que sería difícil preguntar por más tipos de innovación. En cuanto al alcance de la innovación, todos los países entrevistados distinguen entre la innovación a nivel de la empresa, de mercado interno y de mercado internacional. Sin embargo, Chile distingue entre la innovación a nivel de empresa y de mercado (que incluye el mercado nacional e internacional).

En casi todos los países, la innovación de diseño forma parte de la innovación de producto. Colombia justifica esta clasificación porque la innovación de diseño está asociada al desarrollo de nuevos productos. En Chile, la innovación de diseño se considera como innovación de producto sólo cuando se modifican las características funcionales o de uso del producto. México y Perú son los únicos dos países entrevistados que incluyen la innovación de diseño dentro de las innovaciones de comercialización. En Brasil, sólo las innovaciones con aspectos puramente estéticos se incluyen en la innovación de comercialización. Por último, Panamá clasifica la innovación de diseño en cada una de las tipologías de innovación (producto, proceso, organización, comercialización).

En casi todos los países (a excepción de Colombia), la tipología de las innovaciones es la misma que la presentada en los resultados de los informes finales. En Colombia es diferente, ya que se presentan los resultados de si las empresas son innovadoras en sentido estricto (a nivel del mercado internacional), en un sentido más amplio (a nivel de la empresa y del mercado interno) o potencialmente innovadoras (empresas que realizan actividades de innovación pero que no han obtenido una innovación o las han abandonadas); el último grupo corresponde a las empresas con innovación activa en el MO. El cuestionario es el mismo para todos los sectores en todos los países excepto en México. Sin embargo, en Brasil existe una adaptación marginal para el sector de los servicios, y en Costa Rica los ejemplos incluidos en el cuestionario están adaptados al sector. En el caso de México se afirma que "para el resto de los sectores no hace preguntas sobre la innovación".⁹

En varios países, como Argentina, Brasil, Costa Rica, Ecuador y Uruguay, los resultados de las encuestas de innovación se utilizan para monitorear las metas y evaluar las políticas de CTI. Uruguay considera muy importante la variable de medición de la innovación de productos y afirma que es ampliamente utilizada en la evaluación de impacto. Sin embargo, la clasificación es suficiente. En Costa Rica, Ecuador y México, estos datos (principalmente los relativos a los gastos y las empresas innovadoras en el caso de México) se utilizan para la formulación de políticas. Perú utiliza los resultados de la encuesta de innovación para apoyar el diseño de nuevos

9. No hay precisión en cuanto a qué sectores.

instrumentos de política pública para la innovación y especialmente aquellos relacionados con la promoción de start-ups. En el caso de Colombia, las encuestas sobre innovación se utilizan más para fines académicos que para la formulación de políticas públicas. Sin embargo, se ha incrementado el uso de estas encuestas y, en particular, la variable que mide el grado de novedad de la innovación de productos para la formulación de políticas regionales de CTI, la política nacional de CTI y para la evaluación del impacto de los recursos de regalías para CTI. El problema principal para Colombia es la apropiación de la información. Aunque no se ha utilizado, México también considera que sería útil tener una clasificación sobre el grado de innovación del producto para evaluar los avances en la innovación en cada país. Además, para Perú resulta importante contar con una definición de innovación armonizada y globalmente aceptada por todos los países de la región, ya que los desafíos de competitividad tienen lugar a nivel global. En general, los datos de las encuestas de innovación en Chile son utilizados principalmente por el gobierno y otras instituciones para establecer el marco conceptual del estado de la innovación y en trabajos académicos. En Chile se señala que es extremadamente difícil utilizar los datos de la encuesta de innovación para realizar evaluación de impacto porque es muy difícil cruzarlos con otros datos administrativos vinculados a las políticas públicas para la innovación. Esta dificultad proviene del hecho de que los datos son anonimizados por razones de confidencialidad y que existen importantes diferencias estadísticas entre las distintas bases de datos.

58

5. MEDICIÓN DE LOS OBSTÁCULOS

Ecuador y Panamá son los únicos dos países entrevistados que dedican parte de su cuestionario a los obstáculos vinculados a la decisión de innovar de manera explícita. Estas preguntas están dirigidas a empresas que no innovaron. En el caso de Costa Rica y Chile incluyen algunas preguntas sobre los obstáculos relacionados con la decisión de innovar dentro de las preguntas sobre los obstáculos a la innovación. En estos países, las preguntas no se dirigen a empresas que no innovaron, como es el caso de Ecuador y Panamá. En cuanto a la tipología de los obstáculos para captar las razones para no innovar, Chile y Ecuador usan preguntas muy similares, es decir: (i) el hecho de que innovaciones fueron introducidas previamente y (ii) el hecho de que hubo una falta de demanda de innovación. Costa Rica pregunta: (i) “si la empresa había innovado recientemente” y (ii) “si no se consideró necesario hacer alguna innovación”.

Todos los países preguntan sobre los obstáculos a la innovación, es decir, los obstáculos que una empresa puede encontrar una vez que ha decidido dedicar recursos a la innovación. Uruguay es el único país en el que se pide esta pregunta sólo a las empresas que innovaron. El resto de los países piden a las empresas que innovaron, así como a las empresas que no innovaron.

En cuanto a la tipología de los obstáculos, existe una gran diversidad de preguntas. En cuanto a los factores de costo, todos los países, excepto Panamá, preguntan sobre la existencia de altos costos o bajos retornos a la innovación. Argentina y Panamá también preguntan sobre el obstáculo relacionado con un período de retorno considerado demasiado largo. El temor al fracaso de la innovación está considerado por seis países (Colombia, Costa Rica, México, Panamá, Perú y Uruguay). Con la excepción de Panamá, todos los países preguntan sobre la existencia de obstáculos relacionados con la falta de financiamiento. Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú hacen un desglose entre financiamiento interno y externo. Argentina distingue entre la dificultad de acceso y los altos costos de financiamiento. Brasil sólo toma en cuenta la falta de financiamiento externo.

En términos de factores de conocimiento, todos los países preguntan por la falta de personal calificado como un obstáculo. Ecuador es el único país que hace la distinción entre falta de personal calificado en la empresa y en el país. Además, Panamá incluye una pregunta sobre la existencia de altos costos de capacitación como obstáculo a la innovación. Todos los países incluyen la pregunta relativa a la falta de información sobre los mercados y la falta de información sobre la tecnología, con excepción de Argentina. En ocho de los diez países entrevistados (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú y Uruguay) se encuentra la pregunta sobre el obstáculo con respecto a la dificultad de encontrar socios de cooperación. Argentina considera como obstáculo potencial la escasez de asistencia técnica. La pregunta sobre la rigidez organizacional de la firma también está presente en la última encuesta de la mayoría de los países (Argentina, Brasil, Costa Rica, México, Panamá, Perú y Uruguay). Sólo Argentina considera que la limitada capacidad productiva como posible obstáculo. Adicionalmente, Argentina considera la falta de correspondencia entre la oferta de conocimiento y los requerimientos de la empresa como un obstáculo a la innovación.

En cuanto a los factores de mercado, muy pocos países siguen las recomendaciones del MO. Sólo Chile, Ecuador, Panamá y Perú preguntan por la existencia de un mercado dominado por empresas establecidas como potencial obstáculo a la innovación. La incertidumbre de la demanda de productos innovadores es considerada como un posible obstáculo sólo por Chile, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. Asimismo, México considera la falta de receptividad de los clientes a nuevos productos. Además, varios países consideran la estructura del mercado como potencial obstáculo a la innovación y en particular el reducido tamaño del mercado, así como la falta de oportunidades tecnológicas del sector (Costa Rica, Panamá, Uruguay). Argentina y Uruguay también toman en cuenta la inestabilidad macroeconómica como posible obstáculo. Finalmente, Argentina considera la competencia desleal como potencial obstáculo.

Con respecto a los factores institucionales, la dificultad de proteger las innovaciones y/o la debilidad del sistema de

derechos de propiedad intelectual suele estar presente en las encuestas de innovación de la mayoría de los países entrevistados (Argentina, Colombia, Costa Rica, Panamá, Perú y Uruguay). La falta de políticas públicas sobre CTI es también una pregunta común en muchas encuestas (Colombia, Costa Rica, México, Panamá, Perú y Uruguay). Sin embargo, existe una cierta diversidad en el tipo de obstáculo relacionado con las políticas públicas en CTI, entre ellos la falta de apoyo público, los errores de políticas, la existencia de instituciones poco desarrolladas. La carencia de infraestructura física es considerada como obstáculo potencial únicamente en Costa Rica, Panamá, Perú y Uruguay. Además, Argentina, Chile y México consideran los obstáculos a la innovación derivados de la legislación vigente. En particular, Argentina incluye la importancia de la burocracia y la incertidumbre jurídica como obstáculo a la innovación.

En Costa Rica, Ecuador y Perú, las respuestas relacionadas con los obstáculos a la innovación se utilizan para el desarrollo de políticas públicas y análisis para determinar los principales obstáculos que afectan a las empresas en el país. Por ejemplo, en Perú, los resultados sobre los obstáculos a la innovación se usaron para diseñar instrumentos de promoción de la innovación como la formación de investigadores y tecnólogos, incentivos a la contratación de doctores en las empresas, la constitución de unidades de I+D e innovación en las empresas, la repatriación de científicos y el diseño de fondos concursables. En Costa Rica, Ecuador y Perú, la tipología de los obstáculos utilizados es muy similar a la recomendada por el MO. Además, Costa Rica utiliza un conjunto de preguntas adicionales que son de interés para el país. Perú considera que esta tipología es relativamente completa, dado que el cuestionario se dirige a un conjunto diverso de empresas del sector manufacturero. Sin embargo, Perú señala que puede haber otros obstáculos específicos a los subsectores o a la ubicación en las cadenas de producción. En Brasil, estos resultados se han utilizado también (no se comparten más detalles sobre la forma en que fueron utilizados y con qué propósito). Sin embargo, en Uruguay, estos resultados se han usados muy poco para el diseño de políticas y en México no se han utilizado en absoluto por ahora. Uruguay considera que la baja explotación de estos resultados se explica por la dificultad de captar algunos obstáculos como el relacionado con la aplicación a un proyecto de innovación por falta de conocimiento de los programas existentes. Además, el uso del mismo cuestionario para todos los sectores no refleja las diferencias entre sectores cuando se trata de preguntas sobre tecnologías. En Uruguay, cuando se encuentra un obstáculo que está ganando importancia para las empresas, las preguntas sobre este obstáculo se profundizan en la siguiente ronda de la encuesta para entender mejor la naturaleza de este cambio. En Colombia, el uso de información sobre los obstáculos a la innovación es más explotado en trabajos académicos que en el diseño o la evaluación de políticas, como es el caso de la información sobre los resultados de innovación antes mencionados. Sin embargo, el encuestado considera que es una valiosa fuente de información para la política pública. Además, Colombia

señala que puede ser interesante realizar un desglose de los obstáculos de cooperación entre la cooperación con otras empresas, con instituciones generadoras de conocimiento (universidades y centros de investigación) y un desglose de los obstáculos relacionados con el financiamiento externo según su fuente (privado y público).

Por último, Argentina se enfocó en la distinción entre obstáculos internos y externos a la empresa sin tomar en cuenta la distinción entre los distintos tipos de obstáculos listados en el MO (costo, conocimiento, mercado, institucional).

6. OTRAS OBSERVACIONES

Argentina señala la importancia de considerar las transformaciones de otras dimensiones de las empresas como el tamaño, el sector, la ubicación y los esfuerzos para calificar el capital humano a través de procesos de capacitación, así como una mejor gestión y organización de la fuerza laboral y del conocimiento. También es importante tener en cuenta la integración de estas dimensiones en la dinámica de incorporación de las nuevas TIC en los procesos productivos, comerciales y financieros. En particular, la encuesta de innovación de Argentina pretende captar la complejidad del vínculo entre empleo e innovación a través de varias dimensiones como:

- la cantidad de trabajadores por nivel de calificación y jerárquico durante cada uno de los años de referencia,
- la remuneración de estos trabajadores con un desglose por calificación y jerárquica,
- las herramientas de gestión de la fuerza laboral,
- los procesos de capacitación,
- la organización del trabajo,
- la aparición/desaparición de ocupaciones como consecuencia de la innovación, y la gestión del conocimiento.

7. ANEXO

Cuadro 1: Experiencia en la realización de encuestas de innovación de los países de América Latina y el Caribe (1995-2016)

Pais	Instituciones involucradas	Numero de rondas	Primera encuesta	Última encuesta	Periodo de observación	Sectores cubiertos	Datos continuos	Manual y cuestionarios de referencia
Argentina	INE & Mincyt Mincyt* & Ministerio de trabajo	7	1997	2008 2013	1992-2008 2010-2012	Manufactura	No	MB
Bolivia	UPB	1	2016	2016	2013-2015	Manufactura, servicios y otros		MB/MO, BID
Brasil	IBGE*, MCTIC	6	2000	2014	1998-2014	Manufactura, servicios y otros	Si	MO/CIS
Chile	INE, Ministerio de economía*	9	1995	2013	1992-2014	Manufactura, servicios y otros	Si	MO/CIS
Colombia**	DANE	7	1997	2015	1993-1996 2003-2014	Manufactura, servicios (independientemente)	Si, 2003 en adelante	MB/MO
Costa Rica	MICITT*	7	2008	2015	2006-2014	Manufactura, servicios y otros (independientemente)	Si	MO/MB, RICyT
Cuba	MCYT	2	2001	2006	1997-1999 2003-2005		No	MO/MB
Ecuador	INEC, SENESCYT*	3	2001	2015	1998-2000 2009-2014	Manufactura, Minería, Comercio y servicios	Si, 2009 en adelante	MO/CIS, Ricyt/CIS
El Salvador	DICA, Ministerio de economía	1	2013	2016	2010-2015		Si, 2010 en adelante	BID
México	INEGI, CONACYT*	5	1997	2012	1994-1996 1999-2000 2004-2012	Manufactura, servicios (independientemente)	Si, 2004 en adelante	MO/CIS
Panamá	SENACYT*	3	2001	2013	1996-1999 2006-2010	Manufactura, servicios	Si, 2006 en adelante	MB/BID
Paraguay	CONACYT y DGEEC	3	2007	2016	2004-2006 2011-2015		Si, 2011 en adelante	MB/MO, BID
Perú***	INEI y DGEEC	4	2000	2015	1997-1999 2002-2004 2009-2014	Manufactura	Si, 2009 en adelante	MB/BID
República Dominicana	MESCYT	2	2005	2010	2003-2005 2007-2009	Manufactura, servicios y otros	No	MO/CIS
Uruguay	INE, ANII*	5	2001	2013	1998-2012	Manufactura, servicios, agricultura (independientemente)	Si	MB
Trinidad y Tobago	Economic Development Board, Ministry of Planning and Development	6	2006	2015			No, específico al sector	MB
Venezuela	OCEI	3	1996	2004 2004	1994-1996		No	MO/MB

Fuente: elaboración propia

Notas: MO: Manual de Oslo; MB, Manual de Bogotá; CIS: Encuesta Comunitaria sobre la Innovación de la Unión Europea; BID: Banco Interamericano de Desarrollo

* Organización que respondió a nuestro cuestionario

** OCyT respondió a nuestro cuestionario

*** Concytec respondió nuestro cuestionario



Consulta sobre las pautas de conducta de encuestas de innovación de América Latina y el Caribe en el marco de la revisión del Manual de Oslo

La Red Iberoamericana / Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) están participando en el proceso de revisión del Manual de Oslo. En este contexto, varias dimensiones han sido identificadas para mejorar las pautas de la recolección de datos y la medición de la innovación. El objetivo de esta encuesta es conocer la experiencia de distintos países de América Latina y el Caribe sobre algunas de las dimensiones bajo análisis. Los resultados de esta encuesta ayudaran a incluir la perspectiva de la región en la nueva versión del Manual de Oslo.

Agradecemos de antemano su participación. Cualquier duda que tenga, puede contactar a:

Rodolfo Barrere, Coordinador, RICYT, rbarrere@ricyt.org

Mónica Salazar, Especialista Líder, División de Competitividad e Innovación, BID, monicasal@iadb.org

Nota: Las preguntas siguientes siempre se refieren a la última encuesta de innovación mencionada en la pregunta 1.a.

1. Preguntas generales

61

Pregunta	Respuesta	Comentarios
a. ¿Cuándo fue realizada la última encuesta de innovación en su país? (con datos disponibles y publicados)		
<i>Las preguntas siguientes siempre se refieren a la última encuesta de innovación mencionada en la pregunta 1.a.</i>		
b. ¿Cuáles son los años de cobertura?		
c. ¿Cuál es la cobertura sectorial?	? Solo manufactura ? Solo servicios ? Combinación de manufactura y servicios Si otro, especifique:	<i>Especifique la clasificación industrial usada (por ejemplo CIU Rev. 4)</i>
d. ¿Cuál es la población objetivo (por ejemplo, empresas de más de 20 empleados) y por qué?		
e. ¿Cuál es el diseño de la muestra usado para la encuesta?	? Muestreo aleatorio simple ? Muestreo aleatorio estratificado ? Censo ? Otros, especifique:	<i>Especifique las variables de estratificación:</i> <i>¿Ha encontrado dificultades en el diseño de la muestra?</i>
f. ¿La cobertura es a nivel nacional (es decir representa a toda la población objetivo de empresas del país) o excluye algunas regiones o sectores?	? Si ? No	<i>Explicar</i>

Pregunta	Respuesta	Comentarios
g. ¿Se realizó una verificación de la consistencia de los datos?		<i>Por favor comente si han tenido dificultades en la verificación de la consistencia de los datos. Indique las principales dificultades.</i>
g. ¿Se construyó una base anonimizada?	? Si ? No	<i>Por favor comente si han tenido dificultades en la anonimización de los datos. Indique las principales dificultades.</i>
h. ¿Están disponibles los factores de expansión?	? Si ? No	<i>Explicar</i>

2. Inversión en actividades de innovación

Pregunta	Respuesta	Comentarios
a. ¿Cuáles son los tipos de actividades de innovación por los cuales se pregunta por gasto/inversión? Por favor seleccione solo las opciones que cuya redacción en el formulario sea idéntica a la aquí presentada o la más parecida	? Realización de I+D interna (de la propia empresa) ? Adquisición de I+D externa (afuera de la empresa) ? Adquisición de otros conocimientos externos o tecnología desincorporada (patentes, licencias, <i>know-how</i>) ? Adquisición de maquinaria, equipo y otros bienes de capital ? Solo adquisición de hardware ? Solo adquisición de software ? Adquisición de hardware Y software ? Otras actividades para la preparación de innovaciones de producto y proceso ? Actividades de introducción de innovaciones en el mercado ? Capacitación ? Actividades de diseño industrial ? Asistencia técnica ? Consultoría ? Otras, especifique:	<i>Por favor comente si han tenido dificultades en la recolección de estos datos, y si son confiables o no.</i> <i>Aparte de registrar la realización o no de la actividad, también se solicita el monto de la inversión/gasto?</i>
b. ¿Cómo se recolectan y se presentan los gastos en actividades de innovación?	? En valor absoluto (moneda) ? En proporción de las ventas ? Otros, especifique:	
c. ¿Cuándo se pregunta por los gastos de actividades de innovación a qué tipo de innovación se refiere?	? Todo tipo de innovación (innovación de producto, de proceso, organizacional y/o de comercialización) ? Solo innovación de producto y/o de proceso ? Otros, especifique:	<i>Explicar</i>

3. Caracterización de los resultados de la innovación

Pregunta	Respuesta	Comentarios
a. ¿Cuáles son las tipologías de innovación que se incluyen en esta encuesta?	? Innovación de producto ? Innovación de proceso ? Innovación organizacional ? Innovación en comercialización ? Otras, especifique:	<i>¿Existe un desglose entre producto nuevo y producto significativamente mejorado y/o proceso nuevo y proceso significativamente mejorado? ¿Considera útil esta distinción?</i>
b. ¿De cuál tipología de innovación forma parte la innovación en diseño (es decir un diseño que mejora la funcionalidad, el desempeño, el uso y/o crea valor)?	? Innovación de comercialización ? Innovación de producto ? Otros, especifique:	
c. ¿Cuáles son los grados de novedad en innovación de producto/servicio que se incluyen en esta encuesta?	? Producto nuevo para la firma ? Producto nuevo para el mercado nacional ? Producto nuevo para el mercado internacional ? Otros, especifique:	
d. ¿Es idéntica la tipología de las innovaciones presentada en los informes de resultado frente a la tipología de innovaciones usada en la recolección de los datos (es decir en el formulario)?	? Si ? No	<i>Explicar</i>
e. ¿El cuestionario de la encuesta es idéntico para todos los sectores?	? Si ? No	
f. ¿En general, los datos obtenidos de la encuesta de innovación se usan para efectos de política pública (diseño, evaluación, etc.)? ¿En particular, el grado de innovación de producto es usado para efectos de política pública? ¿Es suficiente esta clasificación u otra clasificación podría ser más útil?		

4. Medición de los obstáculos

Pregunta	Respuesta	Comentarios
a. ¿Se pregunta por los obstáculos a la decisión de innovar?	? Si ? No	<i>Explicar</i>
b. ¿Se pregunta por los obstáculos a la innovación?	? Si, solo a las empresas que innovan ? Si, a las empresas que innovan Y que no innovan ? No ¿Qué tipos de obstáculos? Factores de costo: ? Costos muy altos y/o retornos muy bajos ? Temor al fracaso de la innovación ? Falta de fondos internos ? Falta de financiamiento externo Factores de conocimiento: ? Falta de personal calificado en la empresa ? Falta de personal calificado en el país ? Falta de información sobre los mercados ? Falta de información sobre la tecnología ? Falta de proveedores especializados o dificultad para cambiarlos ? Dificultad para encontrar socios de cooperación ? Rigidez en la organización de la empresa (estructura, gerentes, personal) ? Capacidad productiva limitada	

Pregunta	Respuesta	Comentarios
	<p>Factores de mercado:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Mercado dominado por empresas establecidas ? Incertidumbre de la demanda para productos innovadores <p>Factores institucionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Carencia de infraestructura física ? Dificultad para proteger las innovaciones ? Falta de políticas públicas de promoción de CTI (leyes, regulaciones, estándares, impuestos) <p>Si otros, especifique:</p> <p>¿Se pregunta solo a las firmas que innovan o a todas las firmas?</p>	
<p>¿Los resultados de las preguntas sobre los obstáculos a la innovación o a la decisión de innovar son usados para efectos de política pública?</p> <p>¿Es suficiente esta clasificación de obstáculos u otra clasificación podría ser más útil?</p>		

2.4. CONSUMO INFORMATIVO SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. VALIDEZ Y RELEVANCIA DEL ÍNDICE ICIC PARA LA MEDICIÓN DE LA PERCEPCIÓN PÚBLICA

CARMELO POLINO*
YURIJ CASTELFRANCHI**

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de indicadores adecuados y la construcción de índices confiables son aspectos cruciales en las encuestas contemporáneas de percepción pública de la ciencia y la tecnología. Por una parte, los indicadores pueden tener un impacto notable en la formulación y evaluación de las políticas de comunicación pública de la ciencia, incluyendo las iniciativas institucionales, la divulgación y el periodismo de ciencias; o bien para el perfeccionamiento de la educación científica y la promoción de la participación ciudadana. Por otra parte, en la investigación académica los indicadores de calidad pueden permitir avances significativos en el descubrimiento de las dimensiones latentes de la constitución de las actitudes y comportamientos de los ciudadanos; en la construcción de modelos predictivos o explicativos; en la detección de grupos de públicos con demandas particulares; o también en el estudio de los

factores relevantes que favorecen u obstaculizan la apropiación y el acceso a la ciencia y la tecnología por parte de la población. Además, la construcción de indicadores e índices facilita en muchos casos los procesos de integración de bases de datos para la comparación de tendencias a lo largo del tiempo en un mismo país, así como entre países y regiones diferentes.

Estas razones explican por qué en la actualidad la mayoría de las encuestas de percepción pública de la ciencia incorporan preguntas para medir el interés, la conducta informativa, los niveles de acceso y los hábitos culturales de la población.¹ Y de forma correlativa que exista un intenso debate académico sobre la validez, comparabilidad, utilidad y precisión de los indicadores.²

Este trabajo es una contribución al proceso de diseño de indicadores válidos y pertinentes. Gracias al creciente número de encuestas, y a los esfuerzos de integración

65

* Dr. Carmelo Polino. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Observatorio CTS (OEI). Correo electrónico: cpolino@ricyt.org

** Prof. Dr. Yuriy Castelfranchi. Observatório InCiTe (Inovação, Cidadania, Tecnociência), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e INCT-CPCT (Instituto Nacional de C&T para Comunicação Pública da C&T), Brasil. Correo electrónico: yurij@fafich@ufmg.br

1. En rigor, la inclusión de los indicadores de información forma parte de las directrices metodológicas y empíricas que guiaron los primeros estudios sobre comprensión y actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología, comenzando por la investigación dirigida por Davis (1959) en los Estados Unidos en plena guerra fría (véase también Withey, 1959). De acuerdo a como lo plantean Pardo y Calvo (2002), este estudio contribuyó a establecer las bases conceptuales para las investigaciones de comprensión pública y actitudes hacia la ciencia (a partir de un cuestionario desarrollado después de varios pretest y de un estudio piloto). Asimismo anticipó algunas de las variables empíricas de la medición: interés en la ciencia; información sobre ciencia; fuentes de información científica; comprensión de nociones científicas; comprensión de lo que significa estudiar algo científicamente, o comprensión de los métodos de la ciencia; actitudes hacia los efectos y límites de la ciencia; e imagen y predisposición hacia los científicos (Pardo y Calvo, 2002:36).

2. Actualmente los indicadores de actitudes están en el centro de la discusión teórica y elaboración metodológica (Bauer et al, en prensa). Pero un caso emblemático de debate han sido los indicadores e índices de alfabetización científica. Utilizados desde hace años en las encuestas de Estados Unidos, China, India, Taiwán, así como en diferentes Eurobarómetros, aunque en muy pocos casos en América Latina, su validez sigue sujeta a discusión. Se plantea qué tipo de conocimiento miden; si realmente son metodológicamente adecuados; si pueden ser de hecho utilizados para la comparación intercultural; y, también, si los índices de alfabetización son buenos predictores de las actitudes (Castelfranchi et al, 2013; Stares, 2012; Bauer, 2012; Pardo y Calvo, 2006, 2004; Miller, 2004).

metodológica que paulatinamente han mejorado la comparabilidad internacional, hoy disponemos de una importante masa crítica de información empírica para estudiar diferentes facetas de la relación de las sociedades con la ciencia y la tecnología.³ En el artículo mostramos la consistencia metodológica del índice ICIC como proxy del acceso que tienen las personas a la información especializada a través de los medios de comunicación y argumentamos sobre su relevancia como indicador del modelo de la percepción pública de la ciencia y la tecnología.

GÉNESIS Y TRAYECTORIA

El índice ICIC es uno de los ejemplos de indicadores recomendados por el Manual de Antigua (RICYT, 2015). Se trata de una medida resumen que permite evaluar la regularidad de las prácticas informativas sobre ciencia y tecnología y ubicar a cada persona en un rango que representa la intensidad con la cual accede o consume información especializada. Se trata de un constructo flexible que permite incluir o excluir variables según la disponibilidad de preguntas en los cuestionarios específicos de cada encuesta. No obstante, el formato que se ha ido estandarizando incluye seis indicadores básicos, todos ellos relativos a la utilización de diferentes medios de comunicación como fuentes de información científica: televisión, diarios, revistas, radio, libros e Internet (Polino, 2017).⁴ Son las preguntas del cuestionario que permiten a los encuestados decir si “con frecuencia”, solo “de vez en

cuando” o “nunca” utilizan estos medios como fuente de información científica (Tabla 1).⁵

La versión original del índice fue desarrollada por Polino *et al* (2003) para la primera encuesta nacional de percepción pública de la ciencia de la Argentina, y se empleó a partir de ahí en las oleadas subsiguientes de este estudio (2006, 2012 y 2015). En la Argentina también se utilizó para evaluar los resultados sobre percepción del riesgo en materia de energía nuclear (Polino y Fazio, 2009) y en una encuesta sobre actitudes de la población hacia la biotecnología alimentaria (Mincyt, 2015). Se calculó asimismo para la encuesta iberoamericana a población adulta de 2007 (Vogt y Castelfranchi, 2009; Fecyt-Oei-Ricyt, 2009) y en la encuesta a jóvenes estudiantes de secundaria coordinada por la OEI (Polino, 2014). Con el tiempo además lo empleamos para el estudio de los datos de encuestas nacionales de Brasil (2006, 2010 y 2015), Chile (2015), Colombia (2012), El Salvador (2015), México (2013 y 2015), Panamá (2017), Paraguay (2016), Europa (2005, 2007 y 2013) o Estados Unidos (2009 y 2012).⁶ Asimismo, lo estimamos para comparar Iberoamérica con Europa (Polino, 2017; Polino, 2012b). En Brasil también se lo empleó en encuestas estatales de São Paulo (Fapesp, 2012) y Minas Gerais (Castelfranchi *et al*, 2016). Y recientemente lo incluimos como indicador en un modelo de análisis multivariable a partir del cual segmentamos a la población de Iberoamérica y Europa en perfiles de públicos que definen expectativas, actitudes y prácticas en relación a los contenidos de ciencia y tecnología (Polino, 2017).⁷

Tabla 1. Preguntas de cuestionario que componen el índice ICIC.

Dígame si usted hace las siguientes actividades con frecuencia, de vez en cuando, casi nunca o nunca.	Variables cualitativas (escala ordinal)
Mira programas o documentales de televisión sobre ciencia y tecnología.	SÍ, CON FRECUENCIA
Lee noticias científicas que se publican en los diarios.	SÍ, DE VEZ EN CUANDO
Escucha secciones o programas de radio que tratan sobre ciencia y tecnología.	NO, CASI NUNCA O NUNCA
Lee revistas de divulgación científica.	NO SABE (no leer)
Lee libros de divulgación científica.	NO CONTESTA
Lee sobre ciencia y tecnología en Internet	

Fuente: Manual de Antigua (RICYT, 2015).

3. En línea con los desarrollos técnicos a nivel internacional, el proceso que llevó a la publicación del Manual de Antigua (RICYT, 2015), y el uso que se ha venido haciendo de esta herramienta, ha sido fundamental para la integración metodológica en la región iberoamericana.

4. Sin embargo, en algún momento también empleamos versiones básicas compuestas por dos o tres indicadores (Secyt, 2004 y 2006, respectivamente); versiones elaboradas con cuatro indicadores (por ejemplo, Polino, 2012b); o, incluso, versiones más extendidas que incluían ocho indicadores (Polino y Castelfranchi, 2012; Fecyt-Ricyt-Oei, 2009) o trece indicadores (Polino, 2011). Estas últimas versiones se confeccionaron con preguntas que exceden el ámbito de los medios de comunicación, por ejemplo, las visitas a museos y otros ámbitos especializados; las conversaciones con amigos y familiares como fuentes de información científica; o, incluso, la participación política (Castelfranchi, 2017).

5. El Manual de Antigua (RICYT, 2015) define a estas preguntas como indicadores de primer nivel, es decir, recomendadas dentro del núcleo básico de las variables a incluir en los cuestionarios de encuesta.

6. Por ejemplo, Polino, 2017; CGEE, 2017; Castelfranchi, en prensa; Castelfranchi *et al*, 2016; Mincyt, 2015 y 2012; MCT, 2015; Polino y Castelfranchi, 2012; Fapesp, 2012; Conicyt, 2009; Ocyt, 2009.

7. En ese estudio elaboramos la relación entre interés, percepción informativa y consumo de información a partir de las últimas encuestas aplicadas en seis países de Iberoamérica (Argentina, Brasil, Chile, España, México y Portugal) y siete de los países más industrializados de Europa (Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Italia y Suecia) a poco más de veintitrés mil personas. Mediante un análisis de conglomerados jerárquicos (cluster analysis) segmentamos a la población en cuatro perfiles de públicos (atento, potencial, retraído, no-atento); analizamos dichos perfiles en función de variables socio-demográficas (sexo, edad, nivel educativo y socio-económico) y comparamos el contexto iberoamericano con el europeo (Polino, 2017).

CONSISTENCIA INTERNA

Existen diferentes procedimientos metodológicos que permiten estimar el índice ICIC. La versión más simple sería desarrollarlo como indicador aditivo, es decir, como el resultado de la suma de las puntuaciones de las variables originales. Esta suma podría ser “ponderada” (el peso de una o más variables es diferente) o “no ponderada” (todas las variables tienen el mismo peso). La decisión metodológica dependerá de los criterios teóricos que orienten el análisis del investigador o de la distribución encontrada en los datos empíricos. Otra variante estadísticamente más robusta consiste en estimarlo a partir de las puntuaciones factoriales obtenidas mediante un análisis de componentes principales sobre las variables de consumo de información. Este procedimiento atribuye diferente peso a las puntuaciones de las distintas preguntas, pero en base al grado en que cada medio de información es de hecho utilizado por las personas encuestadas. Por ejemplo, declarar la lectura de libros es mucho menos frecuente que asistir a programas de TV, por lo tanto, también es diferente el peso que cada ítem tiene en el índice.⁸

En todo caso, independientemente de la forma en que se lo construya, lo relevante es que los datos de las diferentes encuestas de percepción que hasta la fecha coordinamos o tuvimos acceso permiten asegurar que la elaboración del índice ICIC a partir de las variables de consumo de medios tiene justificación metodológica y estadística. Tomemos como referente las últimas encuestas disponibles de siete países de América Latina cuyos datos crudos integramos en una base común: Argentina (2015), Brasil (2015), Chile (2015), El Salvador (2015), México (2015), Panamá (2017) y Paraguay (2016). La base de datos integrada contiene las respuestas de casi 13 mil ciudadanos, lo que constituye una plataforma empírica significativa para evaluar el comportamiento de las variables.

Todos los ítems de la batería de preguntas de consumo están correlacionados positivamente. Los coeficientes de correlación son de magnitud moderada, típicamente en un rango de 0,29 a 0,48, con la excepción del par “revistas-libros de divulgación”, cuyo coeficiente es de 0,7 (**Tabla 1, anexo**). En esta línea, el estadístico alfa de Cronbach (.817), una medida de fiabilidad o consistencia interna, indica que las preguntas son homogéneas -miden una característica común- y, por lo tanto, tiene sentido analizar su dimensionalidad.⁹ Precisamente, el análisis de componentes principales revela la existencia de una estructura unidimensional, es decir, la presencia de un único factor que explica la mayor parte de la variabilidad: resume el 52,5% de la varianza total (**Tabla 2, anexo**).¹⁰

Dicho en otros términos, las preguntas que componen el índice ICIC parecen estar midiendo una misma variable latente, definida en este caso como conducta informativa, lo que constituye una cierta garantía estadística y metodológica de que puede ser empleado como indicador del modelo teórico de la percepción pública de la ciencia.

La “teoría de respuesta al ítem” (IRT- ítem response theory) constituye otro segundo elemento que converge a favor de la consistencia del índice ICIC. Mediante la utilización de un modelo de respuesta logístico (empleado para respuestas politómicas asumidas como graduales), verificamos la posibilidad de construir una versión del índice que toma en cuenta la modulación y la distribución de las respuestas: el índice elaborado de esta forma posee pesos que tienen en cuenta la contribución mayor, o menor, de cada ítem en la validación del consumo de información científica (grado de “dificultad”). Así, también en este caso es posible apreciar que el uso de la televisión como fuente de información científica tiene el menor peso y contribuye poco, puesto que su uso es muy común entre los entrevistados; mientras que existe un peso mayor para los medios de comunicación que son utilizados raramente por el público, como la radio. Por otro lado, esta teoría también permite validar el grado de “discriminación” de los distintos ítems, lo que pone de manifiesto que la lectura de temas científicos a través de revistas o diarios son las preguntas que mejor permiten discriminar a los consumidores de información especializada (**Tabla 3, anexo**).¹¹ En suma, la construcción del índice ICIC vía la “teoría de respuesta al ítem” muestra su coherencia, así como el hecho de que está fuertemente correlacionado con el índice que emerge del análisis factorial. Dicho de otra forma, se trata de un indicio de que ambas formulaciones el índice está ligado a una variable latente asociada con el consumo declarado de información.

ESTABILIDAD

La aplicación del índice ICIC para los datos de las diferentes encuestas ha permitido mostrar que es un constructo estable que posee una asociación estadística fuerte y positiva con variables independientes como educación y nivel socio-económico. La relación global indica que a medida que aumentan la educación y la posición social también se incrementa el consumo informativo.¹² Se trata de una influencia sociológica previsible, ya que la educación y la posición social definen

8. Esta variante de construcción fue testeada con resultados estadísticos y empíricos significativos (Castelfranchi et al. 2016 y 2013; Polino, 2014; Polino y Castelfranchi, 2012).

9. También la prueba de esfericidad de Barlett y la medida de adecuación muestral KMO (.815) producen resultados adecuados.

10. En realidad, también los datos de otras encuestas que hemos analizado muestran que el primer factor explica típicamente en torno a la mitad de la varianza total.

11. En otras palabras, el parámetro “discriminación” muestra que el hecho de que una persona lea sobre ciencia y tecnología tiene más influencia en la estructura de su consumo general que si oye programas de radio que tratan sobre el mismo asunto. A su vez, como cabría esperar, el parámetro “dificultad” revela que el hecho de que una persona vea la televisión también es mucho más común a que participe de manifestaciones sobre ciencia y tecnología.

12. En términos técnicos diríamos que se trata de una relación de cograduación o concordancia entre variables medidas en escala ordinal: valores altos de la primera variable tienden a corresponderse con valores altos de la segunda; de igual forma, valores bajos de la primera tienden a relacionarse con valores bajos de la segunda (Marradi et al, 2007:259). Aunque dicha relación tampoco excluye -como hemos podido comprobar empíricamente- que en los segmentos de consumo más dinámicos haya un número significativo de personas con escolaridad media o incluso baja.

en buena medida tanto el interés como las posibilidades objetivas de que las personas puedan apropiarse de los contenidos especializados de ciencia y tecnología.¹³ Esta misma relación de correspondencia se expresa con el interés sobre temas de ciencia, tecnología, medioambiente o salud; y también con la percepción que tienen las personas sobre su propio nivel informativo (Polino, 2017).

El índice ICIC tiene igualmente una estrecha correspondencia con indicadores de consumos culturales como las visitas a museos, zoológicos, acuarios y otros ámbitos de conocimiento especializado -asociados, en gran medida, también con la educación y la posición social (Polino, 2017). También está vinculado a variables que definen prácticas de participación política o de apropiación del conocimiento científico en la vida cotidiana; por ejemplo, con las decisiones que toman las personas frente a un problema de salud o en su rol como consumidores en el mercado. Asimismo puede ser un buen predictor de variables vinculadas con la dimensión institucional de la ciencia y la tecnología (Castelfranchi et al 2016; Castelfranchi, en prensa). Por ejemplo, con el conocimiento de instituciones científicas locales; con actitudes de apoyo a las políticas de promoción del desarrollo científico-tecnológico de los países; o bien con la evaluación del atractivo de la ciencia como una opción profesional para las nuevas generaciones.

En el ámbito de los estudios con población adolescente (Polino, 2011), la variable ICIC se mostró como uno de los factores más determinantes para explicar el deseo de los jóvenes de continuar sus estudios más allá de la escuela secundaria y, al mismo tiempo, con la posible elección de una carrera universitaria de las áreas de las ciencias básicas e ingenierías (Demellenne, 2011). En este mismo contexto, el índice mostró una asociación positiva con la valoración de las clases de ciencias: a mayor consumo informativo también se determinó un incremento sustantivo de la valoración sobre el aporte de la ciencia escolar (Polino, 2014; Vázquez Alonso, 2011).¹⁴ Al mismo tiempo, algunos indicios empíricos recientes lo relacionan con características profesionales y prácticas pedagógicas de profesores de educación media (Azevedo Coelho *et al*, 2016).

13. Estos resultados ratifican la tendencia que se ha venido observando desde que se iniciaron los estudios para medir la relación del público general con la ciencia y con la actividad científica. Ya en 1958, en los Estados Unidos, el primero de los estudios reconocidos de comprensión pública de la ciencia señalaba la fuerte asociación entre nivel educativo, interés e información sobre ciencia (Withey, 1959). También en 1977 el primer Eurobarómetro sobre ciencia y sociedad indicaba que la educación influía sobre la atención que las personas ponían a los temas científicos presentados en la televisión; sobre su interés en discutir estos mismos temas; y sobre el deseo de que hubiera más contenidos disponibles para el público (EU, 1977).

14. El análisis que hace Vázquez Alonso (2011) sobre la relación de los estudiantes con las materias científicas concluye que "la variable índice de consumo de información científica produce el patrón de diferencias más claro y regular: el consumo informativo determina mejores puntuaciones en las variables dependientes de notas, actitudes y actividades, cuyas puntuaciones aumentan regular y proporcionalmente con el mayor consumo informativo" (Vázquez Alonso, 2011:86).

Otras investigaciones permiten resaltar una función interesante del índice en relación con las actitudes generales hacia la ciencia y la tecnología: en este caso, por ejemplo, una mejor posición en el índice no se traduce de forma automática en entusiasmo ni tampoco rechazo generalizado. Más bien al contrario, el índice parece estar ligado a una visión más realista o articulada de la cultura científica (Vogt y Castelfranchi, 2009). Dicho de otra forma, el ICIC parece constituirse en una de las variables que contribuyen a desacreditar empíricamente las asunciones de los modelos deficitarios que postulan que las personas más informadas son más entusiastas con el desarrollo de la ciencia y la tecnología; y, al mismo tiempo, a derribar la creencia general de que menos información es sinónimo de rechazo.

El estudio de las relaciones bivariadas o de las matrices de correlación no es el único tipo de instrumentos que permiten apreciar la significatividad del índice como indicador de la percepción pública de la ciencia. El empleo del índice (o de las variables informativas que lo componen) en diferentes modelos de análisis multivariable determina resultados empíricos igualmente promisorios. Así, por ejemplo, análisis factoriales y de regresión (Castelfranchi et al, 2016 y 2013), análisis de conglomerados (Polino, 2017), análisis discriminante (Van den Eynde y Moreno Castro, 2013),¹⁵ análisis de correspondencias (Daza Caicedo, 2009), o la utilización de modelos de ecuaciones estructurales confirmatorios (Polino y Van den Eynde, en prensa) muestran para varios contextos que el índice ICIC tiene una razonable capacidad predictiva para evaluar el acceso y las conductas del público en relación a contenidos especializados; y, en cierto sentido, afecta la percepción sobre el contexto social en el que se desarrolla la actividad científica.

CONSUMO INFORMATIVO EN AMÉRICA LATINA

Hasta el momento expusimos las razones por las que el índice ICIC es consistente y funciona como un buen indicador de la percepción pública de la ciencia y la tecnología. Antes de avanzar con su estimación empírica y ofrecer resultados comparativos a nivel regional e internacional, veamos la distribución de las variables que lo componen, a partir de los datos de las últimas encuestas de América Latina a las que hacíamos referencia más arriba.

Más allá de las diferencias que podríamos señalar entre países, lo que más bien nos interesa destacar en este caso son ciertas características estructurales de los datos que se replican en los diferentes estudios, y que probablemente están al menos parcialmente en sintonía

15. El trabajo de estas autoras está centrado en la relación que existe entre la percepción general de la ciencia (un grupo de variables independientes) y la actitud hacia la financiación pública de la actividad científica (variable dependiente), tomando como muestra empírica los datos provenientes de la encuesta iberoamericana de 2007 (FECYT-OEI-RICYT, 2009).

con las oportunidades objetivas que distintas fuentes de información ofrecen para acceder a contenidos especializados. En orden de importancia, la televisión sigue siendo la principal fuente de acceso del público: en promedio, casi un tercio de las personas dice que mira con frecuencia programas o documentales de ciencia o naturaleza; mientras que casi la mitad de los entrevistados afirma que lo hace de vez en cuando. Internet y los diarios

son la segunda fuente de acceso en nivel de importancia, utilizadas por la mitad de la población, seguidas por la programación radial. Las revistas y los libros de divulgación científica -como cabía esperar- son medios que solo utilizan con frecuencia una parte minoritaria de la población. En rigor, la gran mayoría de las personas (siete de cada diez en promedio) casi nunca o nunca realiza este tipo de lecturas (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación internacional de consumo de contenidos de ciencia y tecnología según fuentes de información.

Argentina (2015)	Televisión	Diarios	Radio	Revistas de divulgación científica	Libros de divulgación	Internet
Regularmente	35%	17,1%	8,3%	5,5%	4,4%	19%
Ocasionalmente	46,5%	34,4%	20,7%	18,1%	14%	29,8%
Nunca o casi nunca	19,4%	48,3%	70,6%	75,9%	81%	50,9%
No contesta	,1%	,2%	,4%	,5%	,5%	,3%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Brasil (2015)	Televisión	Diarios	Radio	Revistas de divulgación científica	Libros de divulgación	Internet
Regularmente	20,8%	6,9%	5%	5,9%	6,5%	18,5%
Ocasionalmente	48,9%	31,8%	26,5%	34,6%	21,6%	30,2%
Nunca o casi nunca	29,7%	60,9%	68%	58,9%	71,6%	50,7%
No contesta	,6%	,5%	,4%	,6%	,4%	,6%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Chile (2016)	Televisión	Diarios	Radio	Revistas de divulgación científica	Libros de divulgación	Internet
Regularmente	34,5%	16%	9,6%	7,4%	6,3%	19,2%
Ocasionalmente	41,1%	31,3%	21,3%	18,8%	15,7%	24,5%
Nunca o casi nunca	23,7%	51,4%	67,7%	71,7%	75%	53,7%
No contesta	,7%	1,2%	1,4%	2,1%	2,9%	2,7%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%
El Salvador (2015)	Televisión	Diarios	Radio	Revistas de divulgación científica	Libros de divulgación	Internet
Regularmente	33,2%	21,5%	15,3%	8,5%	6,9%	-
Ocasionalmente	48,8%	44,3%	36%	23,3%	22%	-
Nunca o casi nunca	17,7%	33,6%	47,8%	67,3%	69,7%	-
No contesta	,4%	,6%	,8%	,9%	1,4%	-
Total	100%	100%	100%	100%	100%	-
Panamá (2017)	Televisión	Diarios	Radio	Revistas de divulgación científica	Libros de divulgación	Internet
Regularmente	29,2%	15,8%	10,9%	6%	5,4%	19,7%
Ocasionalmente	49,2%	36,1%	30,7%	20,8%	18,5%	29,2%
Nunca o casi nunca	25,1%	47,2%	57,3%	70,8%	73,7%	49,4%
No contesta	,5%	,9%	1,2%	2,3%	2,3%	1,7%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Paraguay (2016)	Televisión	Diarios	Radio	Revistas de divulgación científica	Libros de divulgación	Internet
Regularmente	14,7%	8,3%	6,2%	4,2%	4,5%	-
Ocasionalmente	58,4%	27,8%	21%	19,5%	16%	-
Nunca o casi nunca	26,6%	62,5%	70,5%	74,7%	77,2%	-
No contesta	,3%	1,3%	2,4%	1,6%	2,5%	-
Total	100%	100%	100%	100%	100%	-

Dicho esto, también es importante destacar que si consideramos ciertos grupos poblacionales, los estudios de percepción están empezando a mostrar ciertos cambios en la tendencia de distribución de algunos de estos indicadores. Por ejemplo, en países como Argentina, Brasil o España, cuyas encuestas cubren un espectro temporal de más de una década, se observa que entre los jóvenes y las personas más escolarizadas la televisión está perdiendo terreno y se incrementa el uso de Internet como fuente de información científica y tecnológica (CGEE, 2017; Mincyt, 2015; Fecyt, 2015).

Ahora, a fin de comparar el consumo informativo en los distintos países utilizando el índice ICIC, empleamos el procedimiento de formulación factorial. Como señalamos más arriba, todas las preguntas de información se corresponden con variables categoriales medidas en escala ordinal. Por este motivo empleamos el procedimiento estadístico del análisis de componentes principales para variables categóricas (CATPCA) y luego establecimos las puntuaciones factoriales sobre las nuevas variables métricas resultantes utilizando el método de análisis de componentes principales convencional (Molina y Espinosa de los Monteros, 2010). Una vez realizado este procedimiento, calculamos los segmentos

del índice (bajo-medio-alto) que definen los perfiles de consumo informativo tomando como referencia dos desvíos estándar de la media.

Así, vemos que una característica del índice es una distribución empírica muy asimétrica -que está lejos de ser gaussiana- que indica la existencia de solo un pequeño segmento de la población altamente informado. Se trata, por cierto, de un tipo de distribución habitual en la tradición sociológica de encuestas que revelan que en el dominio de la información política también existe concentración, estratificación y desigualdad en el grado acceso de la población: siempre existe un segmento mayoritario poco informado y segmentos más pequeños con mayores niveles de información (**Gráfico 1, anexo**). En lo que respecta a la comparación entre países, vemos una estructura general de equivalencia. En promedio, seis de cada diez personas de la población de América Latina está en el segmento bajo de consumo declarado; un cuarto de las personas pertenece al segmento medio; mientras que solo el 4,5% de la población tiene una dinámica activa de consumo informativo. En este marco de paridad global, México tiene el número más elevado de personas desinformadas, mientras que la menor cantidad estaría en El Salvador (**Gráfico 1**).

Gráfico 1. Consumo informativo de ciencia y tecnología en América Latina (Índice ICIC)

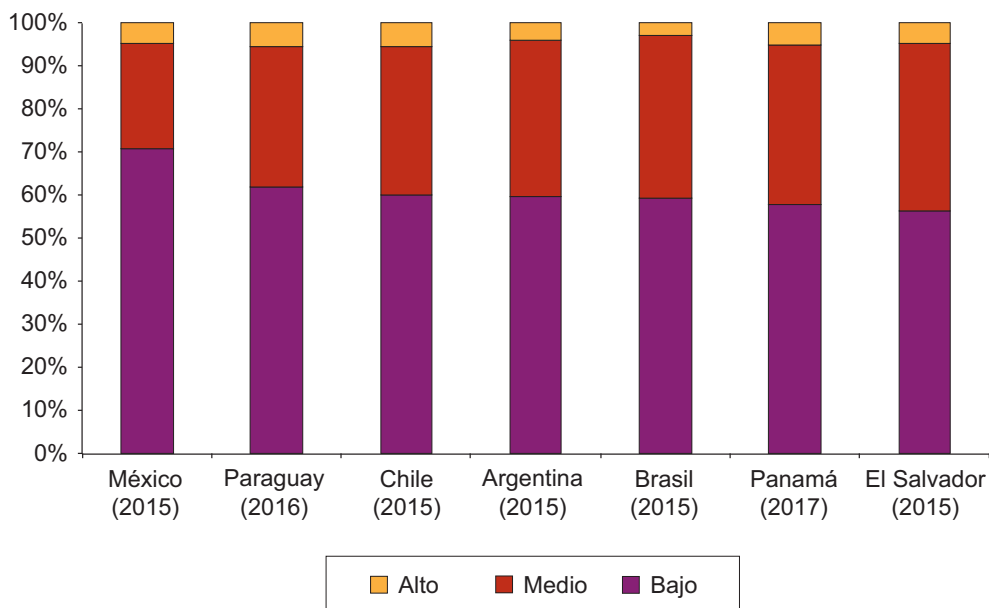


Tabla 3. Consumo informativo de ciencia y tecnología (índice ICIC) en América Latina, según perfiles de interés y percepción informativa

	interesados e informados	interesados desinformados	desinteresados y desinformados	Total
Argentina (2015)				
bajo	35,50%	59,90%	79,80%	59,80%
medio	51,90%	35,80%	19,50%	34,70%
alto	12,60%	4,20%	0,70%	5,50%
Brasil (2015)				
bajo	42,60%	65,60%	80,30%	57,80%
medio	47,90%	32,00%	19,10%	36,90%
alto	9,50%	2,50%	0,50%	5,20%
Chile (2015)				
bajo	24,10%	57%	86,10%	60,70%
medio	56,40%	39,70%	13,10%	34%
alto	19,60%	3,20%	0,80%	5,30%
Panamá (2017)				
bajo	31,7%	55,7%	82,4%	57,4%
medio	57%	40,3%	17%	37,5%
alto	11,2%	4,1%	,6%	5,5%

Elaboración propia. En base a datos primarios de Mincyt (2015); MCT (2015); Conicyt (2016); Senacyt (2017).

Otra forma de evaluar la coherencia y el desempeño del índice ICIC se obtiene cruzándolo con otras variables que miden la relación de los encuestados con la información científico-tecnológica. Por ejemplo, mediante las variables de interés declarado y sensación de estar bien o mal informado, es posible segmentar al público en grupos relevantes: quienes están interesados y se dicen informados; quienes están interesados, pero se consideran desinformados; y quienes no tienen interés y tampoco se sienten informados. Como podemos apreciar en la **Tabla 3**, en todos los países la distribución del índice ICIC es muy diferente dependiendo del perfil de público. Por ejemplo, en promedio, ocho de cada diez de las personas que se declaran “desinteresadas y desinformadas” pertenecen al mismo tiempo al segmento “bajo” de consumo informativo. De manera consistente, en este perfil de público prácticamente no hay personas que tengan un nivel “alto” de consumo. La situación inversa ocurre dentro del perfil de personas “interesadas e informadas”: si bien es cierto que la mayoría en este grupo tiene un consumo informativo de rango “medio”, también se encuentra la mayor proporción de personas en el segmento “alto”, aunque las cifras fluctúen entre países. La segmentación del público demuestra por lo tanto que el índice está fuertemente asociado tanto al interés como a la percepción informativa, es decir, a variables críticas que definen las condiciones de apropiación del conocimiento especializado.

COMPARACIÓN ENTRE AMÉRICA LATINA Y EUROPA

La comparación internacional del índice ICIC permite apreciar convergencias y contrastes entre los países iberoamericanos y los países más industrializados de Europa.¹⁶ Por un lado, observamos que la tendencia general sigue siendo la misma: la gran mayoría de las personas se encuentra en el segmento de bajo nivel de consumo informativo y son comparativamente muy pocas las que se ubican en el nivel alto. Sin embargo, la estructura del consumo no es homogénea; más bien al contrario, encontramos algunas diferencias pronunciadas entre países. En Portugal, España e Italia el segmento bajo reúne a la gran mayoría de la población encuestada (ocho de cada diez de personas). Este mismo grupo alcanza a siete de cada diez en México y Gran Bretaña. Mientras que en Argentina, Chile y Brasil, equivale a una proporción de seis de cada diez personas; se trata, por cierto, de países que tienen un comportamiento similar en el índice: de hecho, en estos países el segmento de

16. En este caso la referencia para Iberoamérica incluye solo a los países con el mayor peso específico en materia de I+D regional, esto es, Argentina, Brasil, Chile, México, España y Portugal. Mientras que en el caso de Europa seleccionamos siete países entre los más industrializados del continente a partir de los datos proporcionados por el Eurobarómetro de 2013: Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Italia y Suecia. La estimación que hicimos del índice ICIC con los datos europeos amplía el registro de las respuestas hasta alcanzar un total de más de veintitrés mil ciudadanos.

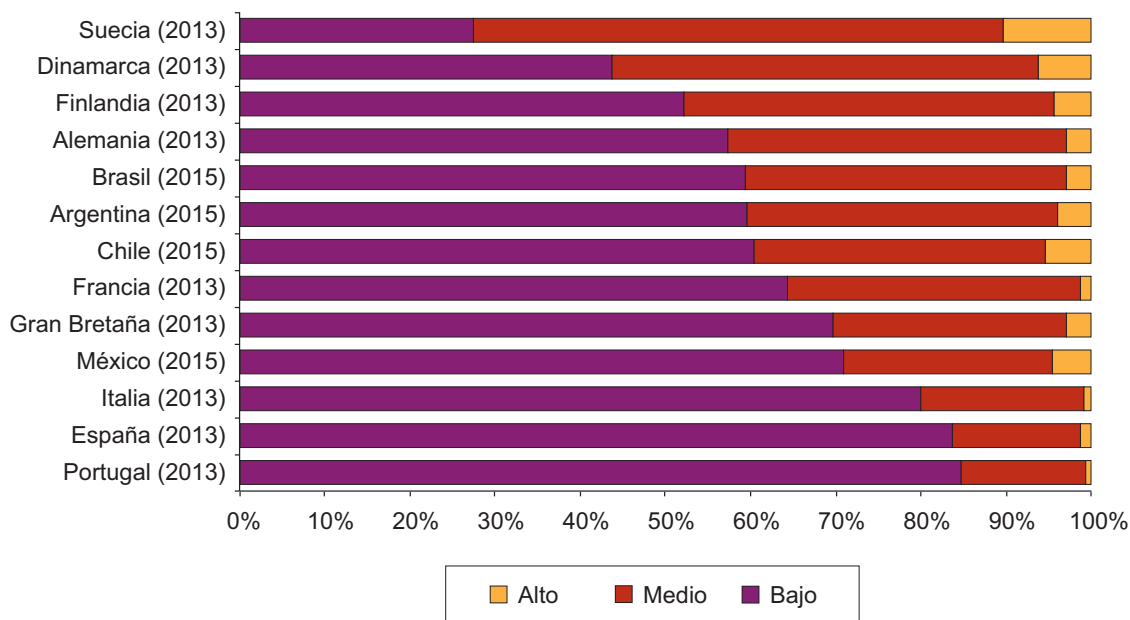
consumo medio tiene particular relevancia y está al nivel del obtenido en los países del norte de Europa y en Alemania donde, por otro lado, existe la población más dinámica en el hábito de informarse sobre ciencia y tecnología a través de los medios de comunicación. En síntesis, a partir de la estimación del índice ICIC podemos decir que las sociedades de Suecia, Dinamarca o Finlandia se muestran como las más atentas a los temas de ciencia y tecnología, mientras que en los países de la región iberoamericana como México, Portugal o España predomina la desinformación (**Gráfico 2**).

Las homologías y diferencias de la dinámica informativa entre Iberoamérica y Europa se replican cuando incorporamos al análisis las evidencias sobre los perfiles de interés y percepción informativa. Nuevamente podemos apreciar la coherencia de la segmentación del público en relación con las prácticas de consumo declarado que mide el índice ICIC: en todos los países los ciudadanos que dicen estar interesados y se consideran informados son consumidores regulares de contenidos científicos, mientras que aquellos desinteresados y que se perciben como desinformados están efectivamente lejos de buscar este tipo de información (**Tabla 4**). Sin embargo, también otra vez observamos que existe una manifiesta heterogeneidad: las poblaciones de Suecia, Dinamarca o

Finlandia siguen destacándose como las más informadas, interesadas y atentas, mientras que en Portugal, España, Italia o México la desinformación sigue prevaleciendo como criterio general (**Tabla 4**).

En consecuencia, la relación estrecha del índice ICIC con los perfiles informativos no solo constituye un factor de fortaleza metodológica sino que permite acceder a resultados empíricos valiosos para el estudio comparativo de la percepción pública de la ciencia. Como señalamos en un estudio previo, las diferencias que advertimos entre Iberoamérica y Europa (particularmente con los países nórdicos) podrían ser el reflejo de distancias objetivas en las condiciones y posibilidades de acceso y uso de la información científico-tecnológica (Polino y García Rodríguez, 2016). Así, siempre considerando que estamos frente a indicadores subjetivos,¹⁷ y que las evaluaciones no son directas ni fáciles, hay algunas hipótesis que podrían ayudarnos a interpretar las diferencias entre contextos. Por ejemplo, diferencias en el protagonismo económico de la ciencia; en la visibilidad pública de los impactos sociales de la actividad científica, con el consecuente desarrollo de acciones de promoción de la participación ciudadana; o también desarrollos desiguales de los mercados de la industria cultural y de las ofertas institucionales de comunicación pública de la ciencia.¹⁸

Gráfico 2. Comparación internacional de consumo informativo sobre ciencia y tecnología (índice ICIC)



17. No debemos olvidar que los perfiles de público están contruidos sobre la base de respuestas a preguntas de cuestionario, y no sobre indicadores objetivos de información incorporada o consumo efectivo.

18. Para una discusión más detallada de estos argumentos véase Polino, 2017.

Tabla 4. Consumo informativo de ciencia y tecnología (índice ICIC) según perfiles de interés e información

	interesados e informados	interesados desinformados	desinteresados y desinformados
Argentina (2015)			
bajo	30,7%	51,1%	72,3%
medio-alto	69,3%	48,9%	27,7%
Brasil (2015)			
bajo	37,90%	62%	76%
medio-alto	62,1%	38%	24%
Chile (2015)			
bajo	21,2%	47,7%	76,6%
medio-alto	78,8%	52,3%	23,4%
España (2013)			
bajo	64,4%	82,9%	95,8%
medio-alto	35,6%	17,1%	4,2%
México (2015)			
bajo	50,3%	65%	83,8%
medio-alto	49,7%	35,1%	16,1%
Francia (2013)			
bajo	48%	65%	85,9%
medio-alto	52%	35%	14,1%
Alemania (2013)			
bajo	36,7%	54,7%	77,2%
medio-alto	63,3%	45,3%	22,8%
Italia (2013)			
bajo	59,3%	82,7%	94,2%
medio-alto	40,7%	17,3%	5,8%
Dinamarca (2013)			
bajo	29,8%	46,8%	76,3%
medio-alto	70,2%	53,2%	23,7%
Gran Bretaña (2013)			
bajo	58,1%	66%	90,4%
medio-alto	41,9%	34%	9,6%
Portugal (2013)			
bajo	68,9%	76,7%	96,7%
medio-alto	31,1%	23,3%	3,3%
Finlandia (2013)			
bajo	43,5%	43,1%	67,3%
medio-alto	56,5%	56,9%	32,7%
Suecia (2013)			
bajo	18,4%	32,5%	53,2%
medio-alto	81,6%	67,5%	46,8%

CONCLUSIONES

El análisis transversal y longitudinal de los datos procedentes de una cantidad significativa de encuestas regionales e internacionales proporciona evidencias en favor de la solidez técnica del índice ICIC como indicador relevante para el estudio de la estructura y evolución de la percepción pública de la ciencia y la tecnología. Se trata de un indicador que ofrece buenas posibilidades de análisis, cuya fecundidad está determinada por factores internos inherentes a la estructura de los datos y por factores externos que ponen en relación los datos con parámetros de investigación sociológica de interés.

Las variables que permiten la construcción del índice están disponibles en bases de datos de encuestas recientes (Chile, El Salvador, Paraguay) y bases longitudinales de estudios que vienen replicándose periódicamente (Argentina, Brasil, Panamá, México y Europa). Estas últimas permiten detectar tendencias de crecimiento o decrecimiento en la atención y apropiación pública de la información especializada de ciencia y tecnología. La repetición es, en dicho sentido, un síntoma de la relevancia política de las preguntas de interés e información y de la necesidad de encontrar indicadores adecuados que mejoren la proyección de los resultados y los diagnósticos que se hacen sobre la base de los datos de encuestas. Al mismo tiempo, el hecho de que un número cada vez mayor de encuestas de diversos países incorporen estas variables permite comparaciones intercontinentales relevantes. Las evidencias empíricas que el índice ICIC hace emerger constituyen probablemente una señal de que el nivel de industrialización, el producto bruto interno, o la infraestructura científico-tecnológica y educacional, pueden ser factores relevantes a la hora de evaluar el interés y la dinámica de consumo informativo. Sin embargo, con certeza no son los únicos factores que modulan el interés o el acceso a la información de las personas: probablemente diferencias culturales y de trayectoria socio-técnicas también actúan produciendo que en países menos ricos sea posible encontrar grados de atención, interés y expectativas elevadas.

Diversos modelos y análisis -factoriales, *cluster analysis*, de correspondencia, modelos de regresión o de ecuaciones estructurales- demuestran la fuerte asociación del índice ICIC con el interés declarado por la ciencia y la tecnología, con variables socio-demográficas -principalmente escolaridad y nivel socio-económico- así como con otros hábitos culturales y nivel de atención a temas prioritarios. De esta forma es posible observar que es un indicador que muestra la fuerte desigualdad que existe en el acceso a la información disponible, con una minoría de la población que concentra el uso más frecuente de diferentes medios de acceso a los contenidos especializados. En esa línea, también revela indicios importantes sobre los complejos procesos de formación de las actitudes, las cuales en muchos casos no dependen solamente del nivel de "alfabetización científica" de los ciudadanos, ni tampoco únicamente de factores

estructurales "macro", como del grado de industrialización o riqueza per cápita de un país, sino también de factores individuales -o grupales- de compleja constitución, como pueden ser la estructura de los valores, las elecciones culturales y políticas, o bien las trayectorias de vida de los individuos.

Esta función positiva del índice ICIC como parte de modelos multivariable lo transforman en una herramienta metodológica valiosa para el estudio y diagnóstico de la percepción pública de la ciencia y la tecnología. En dicho sentido, las evidencias empíricas llevan a concluir que el índice cumple con algunas de las propiedades que se espera que tengan los indicadores para describir o evaluar el estado o la evolución de un fenómeno y, por lo tanto, tener validez como instrumentos de análisis: ser generales; permitir la correlación de variables distintas o de distintos contextos; viabilizar la cuantificación; asegurar la temporalidad; y constituirse en componentes básicos de desarrollos teóricos (Martínez y Albornoz, 1998).

Gráfico 1 (anexo). Histograma del índice ICIC

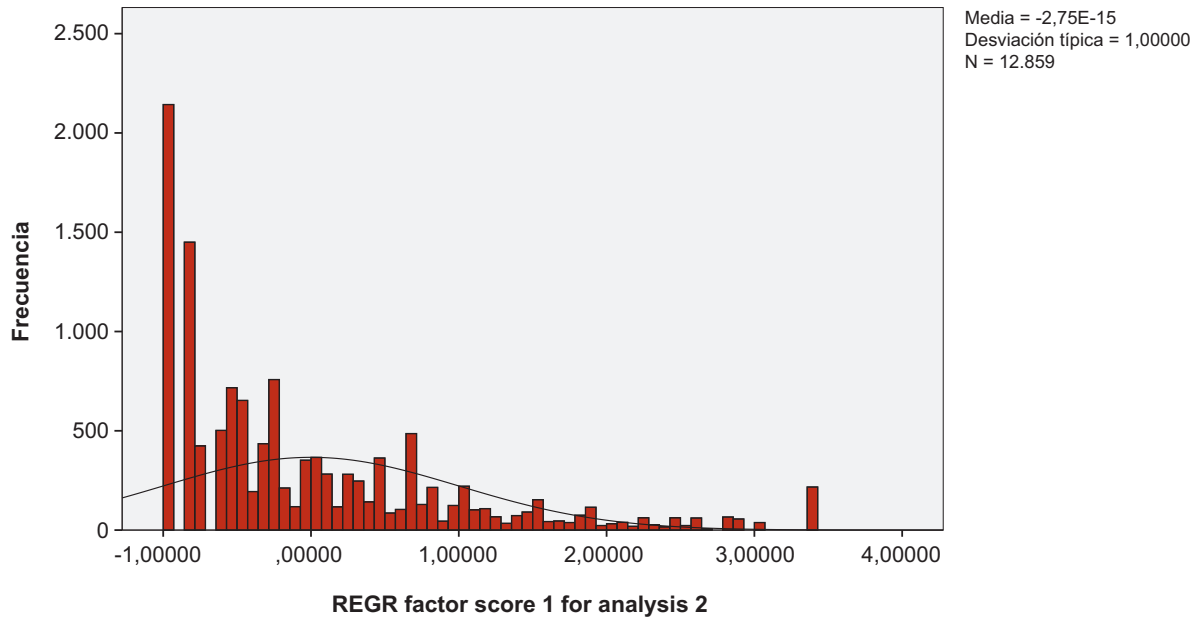


Tabla 1 (anexo). Matriz de correlaciones variables de consumo informativo

Correlación	televisión	diarios	radio	revistas	libros	Internet
televisión	1	,458	,345	,322	,286	,363
diarios	,458	1	,491	,482	,434	,42
radio	,345	,491	1	,457	,416	,303
revistas	,322	,482	,457	1	,705	,439
libros	,286	,434	,416	,705	1	,432
Internet	,363	,42	,303	,439	,432	1

Fuente: base de datos primarios de Conacyt (2016); Conicyt (2016); Mincyt (2015); MCT (2015); Senacyt (2017).

Tabla 2 (anexo). Análisis de componentes principales variables de consumo informativo

Varianza total explicada		Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	
Componente	Total varianza	% de la acumulado	%	Total varianza	% de la acumulado	%
1	3,155	52,578	52,578	3,155	52,578	52,578
2	0,849	14,155	66,733			
3	0,707	11,785	78,518			
4	0,542	9,032	87,55			
5	0,461	7,685	95,235			
6	0,286	4,765	100			

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Fuente: base de datos primarios de Conacyt (2016); Conicyt (2016); Mincyt (2015); MCT (2015); Senacyt (2017).

Tabla 3 (anexo). Parámetros de “discriminación” y “dificultad” cada cada ítem del índice ICIC.

Item	Discriminación	Dificultad
Mira programas o documentales de televisión sobre ciencia y tecnología.	1,158	0,281 (menor dificultad)
Escucha secciones o programas de radio que tratan sobre ciencia y tecnología.	0,641 (menor discriminación)	2,133
Lee noticias científicas que se publican en los diarios.	2,567 (mayor discriminación)	0,544
Lee revistas de divulgación científica.	2,505	0,637
Lee sobre ciencia y tecnología en Internet	1,34	1,007
Conversa com amigos sobre ciencia y tecnología	1,366	0,803
Participa em manifestaciones relacionadas com la ciencia y la tecnología	0,686	3,175 (mayor dificultad)

Fuente: Datos de las encuestas nacionales de Brasil, 2006 y 2010.

BIBLIOGRAFÍA

76

AZEVEDO COELHO, M., MORALES, A.P., VOGT, C. (2016): “Percepção dos professores de ensino médio sobre temas relacionados a ciência e tecnologia”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Buenos Aires, Volumen 11, número 32, 9-36.

BAUER, M. (2012): “The changing culture of science across old Europe”, in Bauer, M., R. Shukla y N. Allum (ed.) *The Culture of Science - How does the Public relate to Science across the Globe?*, London/New York, Routledge.

BAUER, M., PANSEGRAU, P., SHUKLA, R. (eds.): *The cultural authority of science. Comparing across Europe, India, China, Americas and Africa*, London/New York, Routledge.

CASTELFRANCHI, Y. (en prensa): “Decades of change. Brazilians perceptions of S&T: 1987-2015”, in M. Bauer, P. Pansegrau, R. Shukla (eds.), *The cultural authority of science. Comparing across Europe, India, China, Americas and Africa*, London/New York, Routledge.

CASTELFRANCHI, Y. (Org.), VILELA E., CASTRO MOREIRA, I., MASSARANI, L., SIMÕES, S., FAGUNDES, V. (2016): *Os Mineiros e a Ciência. Primeira pesquisa do Estado de Minas Gerais sobre percepção pública da ciência e tecnologia*, Belo Horizonte, Incite-FAPEMIG.

CASTELFRANCHI, Y., VILELA, E., LIMA, L., MOREIRA, I., MASSARANI, L. (2013): “As opiniões dos brasileiros sobre ciência e tecnologia: o paradoxo da relação entre conhecimento e atitudes”, *História, Ciências, Saúde - Maguinhos*, Vol. 20, Sup. 1, 1-21.

CGEE (2017): *A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros. Percepção pública da C&T no Brasil – 2015*, Brasília, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

CONACYT (2016): *Encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México*, Enpecyt, 2015. Síntesis metodológica, México D.C., Conacyt.

CONICYT (2016): “Resumen Ejecutivo. Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en Chile 2016”, Santiago, Departamento de Estudios y Gestión Estratégica, Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

CONICYT (2009): “Primera encuesta de percepción social y cultura científica, Chile 2007”, Santiago, Departamento de Estudios de Planificación Estratégica, Conicyt.

DAVIS, R.C. (1958): *The public impact of science in the mass media*, Survey Research Center, Monograph 25, Ann Arbor, University of Michigan.

DAZA CAICEDO, S. (2011): “Imagen de la ciencia y la tecnología entre los estudiantes iberoamericanos”, en Polino, C. (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI.

DEMELENNE, D. (2011): “Los jóvenes y sus estudios futuros”, en Polino, C. (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI.

EUROBAROMETER (2013): “Responsible Research and Innovation (RRI), Science & Technology”, Special Eurobarometer 401, Brussels, European Commission.

- EU (2007): "Scientific Research in the media", Special Eurobarometer 282/Wave 67.2 – TNS Opinion & Social.
- EU (2005): "Europeans, Science and Technology, Special Eurobarometer 224", European Commission.
- EU (1977): "Science and European public opinion", Brussels, Commission of the European Communities.
- FAPESP (2012): *Science, Technology & Innovation Indicators in the State of São Paulo / Brazil 2010*, São Paulo, Fapesp.
- FECYT (2015): *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2014*, Madrid, Fundación Española de Ciencia y Tecnología.
- FECYT-OEI-RICYT (2009): *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*, Fecyt, Madrid.
- MARRADI, A., ARCHENTI, N., PIOVANI, J.I. (2007): *Metodología de las ciencias sociales*, Buenos Aires, Emecé.
- MARTÍNEZ, E., ALBORNOZ, M. (1998): *Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas*, Caracas, Nueva Sociedad/Unesco.
- MCT (2015), "Percepção Pública da C&T no Brasil 2015". Disponible em: percepcaocti.cgee.org.br/
- MILLER, J. (2004): "Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: what know and what we need to know", *Public Understanding of Science*, 13, 273-294.
- MINCYT (2015): *Cuarta encuesta nacional de percepción pública de la ciencia. La evolución de la percepción pública de la ciencia y la tecnología en la Argentina, 2003-2015*, Buenos Aires, Mincyt.
- MINCYT (2015): *Encuesta exploratoria sobre percepción de la biotecnología alimentaria en la Argentina. Actitudes hacia los alimentos genéticamente modificados*, Buenos Aires, Mincyt.
- MOLINA, O., ESPINOSA DE LOS MONTEROS, E. (2010): "Rotación en análisis de componentes principales categórico: un caso práctico", *Metodología de Encuestas*, °12, 63-88.
- MUÑOZ VAN DEN EYNDE, A., MORENO CASTRO, C. (2013): "Actitud hacia la financiación pública de la ciencia. Un estudio comparativo en el contexto iberoamericano", *Sistema*, 230/2013, 55-73.
- NSF (2012): *Science and Engineering Indicators 2012*, Arlington, VA: National Science Board, National Science Foundation.
- OCYT (2009): *Percepciones sobre la ciencia y la tecnología en Bogotá*, S. Daza (ed.), Bogotá, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- PARDO, R., CALVO, F. (2006): "Mapping perceptions of science in End-of-Century Europe", *Science Communication*, Volume 28, Number 1, 3-46.
- PARDO, R., CALVO, F. (2004): "The cognitive dimension of public perceptions of science: methodological issues", *Public Understanding of Science*, 203-227.
- PARDO, R., CALVO, F. (2002): "Attitudes toward science among the European public: a methodological analysis", *Public Understanding of Science*, Volume 11, No. 2, 155-195.
- POLINO, C. (2017): "Análisis internacional del interés, información y consumo informativo de ciencia y tecnología", Conicyt (ed.), *Reflexiones sobre la percepción de la ciencia y la tecnología*, Santiago, Conicyt.
- POLINO, C. (2014): "Percepción y vocaciones científicas en los jóvenes iberoamericanos", en B. Laspra y E. Muñoz (coords.), *Culturas científicas e innovadoras. Progreso social*, Buenos Aires, Eudeba, 179-205.
- POLINO, C. (2012a): "Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas. Un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica", *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 58, enero-abril, pp. 167-191.
- Polino, C. (2012b), "Información y actitudes hacia la ciencia y la tecnología en Argentina y Brasil. Indicadores seleccionados y comparación con Iberoamérica y Europa", en *El Estado de la Ciencia*, Buenos Aires, RICYT.
- POLINO, C. {comp.} (2011): *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI.
- POLINO, C., MUÑOZ VAN DEN EYNDE, A. (en prensa): "Public perception of science & technology, 2003-2015: longitudinal and structural analysis", in M. Bauer, P. Pansegrau, R. Shukla (eds.), *The cultural authority of science. Comparing across Europe, India, China, Americas and Africa*, London/New York, Routledge.
- POLINO, C., GARCÍA RODRÍGUEZ, M. (2016): "Indicadores de interés en las encuestas de percepción pública de la ciencia y la tecnología. Revisión del contexto internacional", *El Estado de la Ciencia*, Buenos Aires, RICYT-OEI.
- POLINO, C., GARCÍA RODRÍGUEZ, M. (2015): "Percepción pública de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica: evolución de las encuestas y comparaciones internacionales", *El Estado de la Ciencia*, Buenos Aires, RICYT-OEI.
- POLINO, C., CASTELFRANCHI, Y. (2012): "Information and attitudes towards science and technology in Iberoamerica", M. Bauer, R. Shukla, N. Allum (editors) *The Culture of Science - How does the Public relate to Science across the Globe?* London/New York, Routledge.

POLINO, C., FAZIO, ME (2009): “Energía nuclear en la Argentina: opinión pública y riesgo percibido”, en C. Moreno (Ed.), *Comunicar los riesgos. Ciencia y tecnología en la sociedad de la información*, Biblioteca Nueva-OEI, Madrid.

RICYT (2015): *Manual de Antigua. Indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*, Buenos Aires, RICYT-OEI.

STARES, S. (2012): “Using latent trait models to assess cross-national scales of the public’s knowledge about science & technology”, in Bauer, M., R. Shukla y N. Allum (ed.) *The Culture of Science - How does the Public relate to Science across the Globe?*, London/New York, Routledge.

VÁZQUEZ ALONSO, A. (2011): “Los estudiantes y las materias científicas”, en Polino, C. (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*, Buenos Aires, Observatorio CTS, OEI.

VOGT, C., CASTELFRANCHI, Y. (2009): “Interesse, informação e comunicação”, en Fecyt-Oei-Ricyt (eds.), *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*, Fecyt, Madrid.

WITHEY, S. (1959): “Public opinion about science and scientists”, *The Public Opinion Quarterly*, Vol. 23, No. 3, Autumn, 382-388.