# EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2015



RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
-IBEROAMERICANA E INTERAMERICANA-

20 airs)



PAÍS	CONTACTO	E-MAIL	ORGANISMO	SIGLA
ARGENTINA	Jorge Robbio	jrobbio@mincyt.gov.ar	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva	MINCYT
BOLIVIA	Roberto Sánchez Saravia	rsanchez@minedu.gob.bo	Viceministerio de Ciencia y Tecnología.	VCYT
BRASIL	Renato Baumgratz Viotti	rbviotti@mcti.gov.br	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	MCTI
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	Clara Inés Pardo Martínez	cpardo@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
GUATEMALA	Ingrid Lorena Menéndez Espinoza	Imenendez@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 Innnovación	IHCIETI
JAMAICA	Errol Morrison	errol.morrison@cwjamaica.com	National Commission on Science and Technology	NCST
MÉXICO	Miguel Adolfo Guajardo Mendoza	maguajardom@conacyt.mx	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACYT
NICARAGUA	Moisés Gómez	mgomez@vicepresidencia.gob.ni	Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología	CONICYT
PANAMÁ	Carlos Aguirre	caguirre@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.paredes@dgeec.mec.pt	Direcção 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	Rafael Bellota	rbellotta@oncti.gob.ve	Observatorio Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación	ONCTI

## **PRÓLOGO**

Esta nueva edición de El Estado de la Ciencia tiene la particularidad de ser también un medio para conmemorar los veinte años de funcionamiento de la RICYT. Como suele suceder con los aniversarios que completan una década, es una oportunidad para revisar las experiencias pasadas y pensar en el futuro.

El papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en lberoamérica, y particularmente en América Latina, ha cambiado con respecto a 1995. Particularmente lo ha hecho el interés de los gobiernos en estos temas y el esfuerzo dedicado a estas actividades. En el primer taller de indicadores, que sembró la semilla de la red, se daba cuenta de un creciente interés por la ciencia y la tecnología como herramientas para el desarrollo, pero en un contexto de marginalidad de estas actividades en las agendas de las políticas públicas en la región.

La experiencia de algunos países en desarrollo, como los del sudeste asiático, que emprendieron un camino de desarrollo basado en el conocimiento fue tomado por aquel entonces como un modelo posible para nuestra región. Pero la formulación de políticas en ciencia y tecnología, así como la gestión de estas actividades, se tornaba muy difícil sin contar con información. Existía una gran demanda por indicadores relevantes y confiables como herramientas para la toma de decisiones, en un contexto en el que la gran mayoría de los países no contaba con ellos.

En ese terreno fértil pero que requería mucho trabajo, Mario Albornoz y un grupo de colegas pudo hacer crecer a la RICYT. Así la red supo responder a las demandas de información de los organismos nacionales de los países—cada uno con sus particularidades—que requerían herramientas para la gestión y a las de los usuarios expertos de la academia, haciendo sinergia con otras instituciones siempre que fue posible. En resumen, la RICYT se constituyó en una verdadera red de actores heterogéneos, que con el tiempo adquirió una dinámica propia y una organización más elaborada.

El panorama es diferente en 2015. El contexto muestra una región en la que la ciencia, la tecnología y la innovación tienen un papel importante en las agendas de gobierno. Como evidencia de ello, en los últimos diez años se ha llegado a duplicar la inversión en actividades de I+D en nuestra región. Es importante considerar también que eso se produjo en una época de fuerte expansión económica de América Latina. La desaceleración de las economías regionales en los últimos años nos obliga a plantearnos si los gobiernos seguirán viendo a la ciencia y la tecnología como una prioridad en la época de restricciones económicas que nos toca transitar.

También la situación es distinta dentro de la RICYT. Hoy contamos con una buena cobertura de información para la mayor parte de los países de América junto a España y Portugal. Contamos también con un activo grupo de expertos que alimentan las discusiones metodológicas que se dan dentro de la red y que nos han permitido publicar cuatro manuales regionales y avanzar en la producción de otros. Asimismo, la participación activa de representantes de todos los países de la región en las reuniones anuales del Comité Técnico de la red le dan un gran respaldo y solidez al trabajo de la RICYT.

Pero también sigue habiendo cuestiones por resolver. La heterogeneidad en cuanto a la distribución de capacidades para la construcción de indicadores en los países iberoamericanos es un desafío que sigue presente. El enfoque de la RICYT es el de aprovechar las capacidades existentes en países de mayor desarrollo relativo para fortalecer el crecimiento de quienes lo demandan, pero esto requiere un esfuerzo de coordinación y de recursos para facilitar esa asistencia técnica que es necesario obtener y gestionar.

También es necesario que la red sepa interpretar y dar espacio a las demandas de nuevos indicadores en los países iberoamericanos, demandas que no siempre coinciden con el desarrollo de información estadística en otras regiones del mundo. Por ejemplo, los países

latinoamericanos muestran una recurrente necesidad por medir el impacto de sus esfuerzos en ciencia y tecnología para satisfacer demandas sociales, lo que resulta lógico en sistemas de investigación sostenidos principalmente por el sector público. La RICYT, como foro regional, debe acoger estas demandas, pero también servir de vínculo con otros foros internacionales y su trayectoria específica en el desarrollo de indicadores.

Considero que una de las principales lecciones de estos primeros veinte años de la RICYT es que la red ha llegado hasta aquí, principalmente, porque ha conseguido ser útil a los actores que en ella participan. Los organismos nacionales de ciencia y tecnología no están obligados en ningún sentido a enviar sus datos ni a participar de la actividades de la red. De la misma manera, los expertos regionales que colaboran en la producción de documentos metodológicos y manuales ofrecen su tiempo y capacidad generosamente en los documentos que se redactan y en los talleres a los que convocamos. El desafío de quienes participamos de la RICYT, y principalmente de los que estamos involucrados en su coordinación, es mantener esa dinámica de colaboración en la que el resultado final es siempre mayor que la simple suma de los esfuerzos individuales.

En esta oportunidad, a continuación del habitual recorrido gráfico por las principales tendencias en los indicadores de la RICYT, presentamos un apartado especial sobre el vigésimo aniversario de la red. Comienza con un artículo de Mario Albornoz que, relatando los principales hitos del desarrollo de la red a lo largo de su historia, ofrece una reflexión sobre la problemática de hacer indicadores en lberoamérica y de los desafíos que aún quedan por delante.

El texto se detiene también en los aportes de los principales actores que hicieron posible la RICYT aunque no da cuenta plenamente del trabajo de su autor. La RICYT respondió a una demanda pero su construcción no fue sencilla. Alinear voluntades y conseguir recursos para ponerla a andar y sostenerla fue una tarea de gran complejidad y que requirió de la coordinación de una figura con la capacidad profesional y fuerza personal como la de Mario Albornoz.

Las reflexiones sobre el vigésimo aniversario se completan con un artículo de Jesús Sebastián, quién tuvo un papel importante en los primeros pasos de la red y en el posterior desarrollo de los indicadores de internacionalización de la ciencia. El texto hace un relato del origen y significado de la RICYT, pero también de lo que espera a la red en los próximos veinte años. El desafío planteado es el de ensamblar y construir sistemas de indicadores para ofrecer un mejor mapa de los sistemas de ciencia y tecnología de la región, de cara a brindar mejores herramientas para la política, la gestión y la evaluación.

Adicionalmente, el Estado de la Ciencia 2015 cuenta con una serie de artículos que hacen foco en diferentes discusiones actuales de la medición de las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

El primero de ellos aborda el desarrollo en las tecnologías de propósito general (nanotecnología, biotecnología y TIC) a partir del análisis de las patentes a nivel mundial, haciendo foco en la región iberoamericana. El trabajo fue desarrollado por el equipo de la RICYT y del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI y utilizó la tecnología Intelligo (www.explora-intelligo.info) para el análisis de los datos.

El segundo artículo, realizado por Carmelo Polino y Myriam García Rodríguez revisa la evolución de las encuestas iberoamericanas de percepción pública de la ciencia y la tecnología. En primer lugar se sitúa a las encuestas como insumos para la formulación y seguimiento de las políticas públicas de ciencia y tecnología. Posteriormente, se analiza el desarrollo de los indicadores en Iberoamérica como parte de un proceso de cooperación regional que le dio impulso y ayudó a consolidar institucionalmente a las encuestas. Finalmente, se presenta un grupo de indicadores que permiten comparar los países de la región con lo que acontece en Europa, los Estados Unidos y Asia, organizados según las cuatro dimensiones de análisis propuestas por el Manual de Antiqua.

Por último, Facundo Albornoz, Victoria Anauati y Ezequiel García Lembergman presentan un análisis econométrico de la relación entre los planes estratégicos en ciencia, tecnología e innovación de los países iberoamericanos, su traducción en instrumentos de política y su relación con la producción científica. Buscan así tender un puente ente las políticas y mecanismos de promoción de áreas estratégicas y sus resultados cuantificables. Las conclusiones muestran en qué medida los esfuerzos direccionados hacia áreas estratégicas han afectado la evolución relativa de la producción de conocimiento en esos campos, convirtiéndose en un insumo relevante para la definición de políticas públicas.

Este libro se completa con 46 indicadores comparativos de inversión, recursos humanos, graduados, publicaciones y patentes, que ofrecen un panorama estadístico detallado de Iberoamérica y que fue posible gracias al aporte de información de los organismos nacionales de ciencia y tecnología que participan de la red. La información publicada en este volumen está también disponible en formato digital en el sitio de la RICYT (www.ricyt.org), junto con los indicadores actualizados y los contenidos surgidos de las diferentes actividades de la red.

## 1.1. EL ESTADO DE LA CIENCIA EN IMÁGENES

El presente informe contiene un resumen gráfico sobre 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 o 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 propias. 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 (http://www.oecd.org) y la del Instituto de Estadísticas de la Unesco (http://www.uis.unesco.org).

En los gráficos se toma como período de referencia los diez años comprendidos entre el 2004 y el 2013, 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 Pascal, 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 que forman parte del relevamiento y, en algunos casos, la información es complementada con la 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 muy positiva a lo largo de los últimos diez años, reflejándose en un crecimiento del 77% de su Producto Bruto Interno (PBI) entre 2004 y 2013.

#### La inversión en I+D

La evolución positiva del PBI propició un aumento de los recursos económicos destinados a I+D. La inversión en I+D de ALC pasó de casi 27 mil millones de dólares (medidos en PPC) en 2004 a más de 60 mil millones de 2013, es decir un crecimiento del 126%.

El panorama en Iberoamérica también fue muy positivo, en los últimos cuatro años se observa un desaceleramiento y caída de la inversión en I+D de España y Portugal. Ambos países (que explican el 27% del bloque en 2013) tuvieron un descenso en su inversión en I+D cercano al 2% en el último año respecto al anterior.

Si bien la evolución de la inversión en I+D de ALC mostró una evolución muy positiva de acuerdo a los valores de inversión de diez años atrás, 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 tres países, Brasil, México y Argentina, representan el 90% de la inversión regional.

En términos relativos al PBI, el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,88% del producto bruto regional en 2013, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,77%. Portugal es el país iberoamericano que más esfuerzo relativo realiza en I+D, invirtiendo el 1,33% de su PBI en estas actividades. España alcanza el 1,23%. Brasil es el país de ALC con mayor intensidad de inversión en I+D en relación a su economía, alcanzando el 1,24%. Es también el único que ha superado la barrera del 1%. 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 mucho más baja a la inversión realizada por los países industrializados. Por ejemplo, Israel y Corea superan el 4%, mientras que Alemania y EEUU están cerca del 2,8%.

#### Recursos humanos dedicados a I+D

La cantidad de investigadores y becarios EJC en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 47% entre 2004 y 2013, al pasar de 317 573 a 465 474 investigadores EJC. Si tenemos en cuenta la distribución de este capital humano de acuerdo a su sector de empleo, podemos observar que en el 2013 el 56,4% de los investigadores realizó sus actividades de investigación en el ámbito universitario.

#### Graduados

El total de titulados de grado pasó de aproximadamente 1,57 millones de títulos en carreras de grado en 2003 a 2,39 millones en 2013. Las ciencias sociales continúan siendo las más elegidas por los estudiantes de grado en Iberoamérica y por lo tanto las que registran el mayor número de graduados con un crecimiento constante a lo largo del decenio. En 2013 el 54% de los titulados de grado provenían de estas áreas.

14

En el caso de los graduados en maestrías, el predominio de las ciencia sociales aparece matizado por el por el número de graduados en humanidades (18%), seguidos por los graduados en ingeniera y tecnología (12%) y ciencias médicas (11%).

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 2004 a 38 mil en el año 2013, es decir un aumento del 81% durante el período. En el caso de la distribución por disciplinas de los títulos de doctorado, las ciencias naturales y exactas ocupan un lugar importante al representar el 22% del total de títulos.

#### **Publicaciones**

La cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en el Science Citation Index (SCI) por autores de ALC creció un 123%. Se destaca el crecimiento de Brasil que logra aumentar en un 2,5 la cantidad publicaciones en esta base de datos.

Iberoamérica logro aumentar su participación en todas las bases de datos internacionales, al incrementar su producción científica local en 2pp entre el 2004 y el 2013.

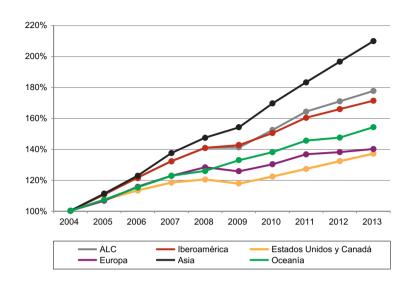
#### **Patentes**

La cantidad total de patentes solicitadas en las oficinas nacionales de los países iberoamericanos, aumentó un 33% entre 2004 y 2013. Las fluctuaciones en el número de solicitudes de patentes en Iberoamérica responden principalmente a la fluctuación de aquellas solicitudes realizadas por no residentes, es decir, principalmente a empresas extranjeras protegiendo productos en los mercados de la región.

#### 1. EL CONTEXTO ECONÓMICO

#### 1.1. Evolución porcentual del PBI en bloques de países seleccionados durante el período 2004-2013.

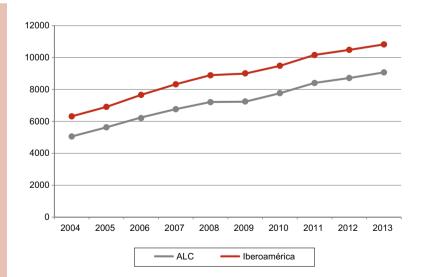
Todos los bloques de países representados en este gráfico tienen una tendencia positiva en el periodo comprendido entre 2004 y 2013, aunque acusan de maneras distintas el impacto de la crisis económica en 2009. El bloque más afectado es Europa. Los países asiáticos son los de mayor crecimiento en este periodo, con un crecimiento del 110%. ALC aparece a continuación, con un aumento del 77% de su economía.



#### 1.2. Evolución del PBI de ALC e Iberoamérica durante el período 2004-2013 (millones de dólares en PPC)

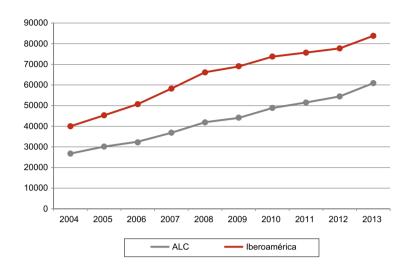
El Gráfico 1.2 muestra los valores del Producto Bruto Interno (PBI) de ALC e Iberoamérica, medido en PPC, en valores absolutos. En el caso de ALC, a lo largo de los diez años representados, se observa un crecimiento total del 77%, mientras que el caso de Iberoamérica es del 71%.

La tendencia es similar y de crecimiento constante entre 2004 y 2008 para los dos bloques, con un promedio del 10% interanual. En 2009 se observa una desaceleración, relacionada con el impacto de la crisis internacional en éstos bloques de países. En los años posteriores se recupera la evolución positiva, aunque el promedio de crecimiento interanual decrece al 4%.



#### 2. RECURSOS ECONÓMICOS DEDICADOS A I+D

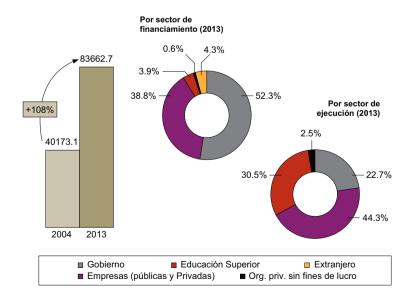
#### 2.1. Evolución de la inversión en I+D de ALC e Iberoamérica, período 2004-2013



En el Gráfico 2.1 se ve reflejada la inversión en I+D, expresada en millones de dólares PPC, en ambos bloques de países. 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 deceño 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.

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



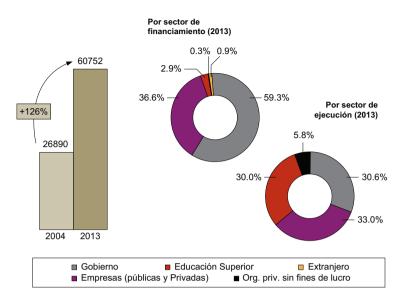
En 2013 la inversión en I+D de Iberoamérica superó los 83 mil millones de dólares (medidos en PPC), lo que significó un crecimiento del 108% con respecto a los 40 mil millones de 2004. En 2013, el 52% de ese monto fue financiado por el gobierno y el 38% por las empresas. El resto de los sectores están 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 22% de los montos financiados, las empresas el 44% y las instituciones de educación superior el 30%

<sup>\*</sup>Gasto en I+D en millones de dólares internacionales en PPC

En ALC, en cambio, se registra un crecimiento aún mayor de la inversión en I+D, alcanzando el 126%. Se pasa así de casi 27 mil millones en 2004 a más de 60 mil millones de 2013. En este caso, el peso del sector gobierno en el financiamiento de la I+D es más importante que en Iberoamérica, cercano al 60% del total. La participación de las empresas es menor, financiando el 36% 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 similar. El gobierno y las instituciones de educación superior ejecutan el 30% de los recursos cada una y las empresas el 33%.



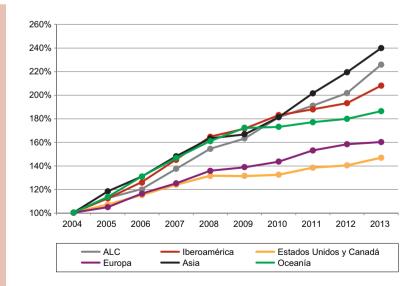
\*Gasto en I+D en millones de dólares internacionales en PPC

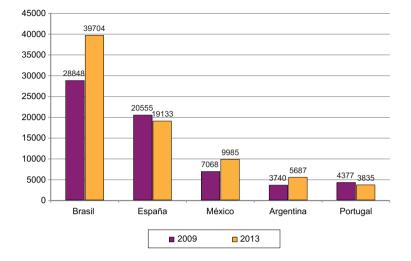
#### 18

## 2.4. Evolución porcentual de la Inversión en I+D (en PPC) en bloques de países seleccionados durante el período 2004-2013

En el contexto internacional, ese crecimiento de la inversión en I+D de ALC e Iberoamérica fue muy positivo, superando el crecimiento de las economías regionales. ALC aumentó su inversión en I+D un 126% en estos diez años e Iberoamérica lo hizo un 108%. Sólo Asia superó en crecimiento a estos bloques, con un crecimiento del 139%.

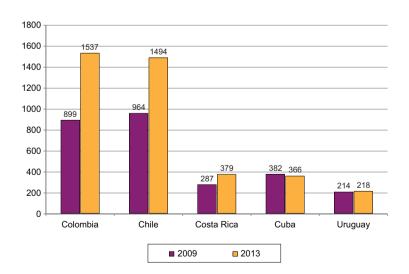
Sin embargo, es importante tener presente que la inversión en I+D de ALC en términos absolutos es considerablemente inferior a otros bloques como la Unión Europea o Estados Unidos y Canadá, los cuales mostraron una evolución de la inversión en I+D más moderada, aunque sostenida a lo largo de la serie.





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 y 2013, del 12% y el 7% respectivamente. Los países de mayor inversión en ALC, en cambio, tienen una tendencia positiva. Argentina creció un 52%, México un 41% y Brasil un 37%.

#### 2.5.2. Inversión en I+D en PPC en países seleccionados (años 2009 y 2013)

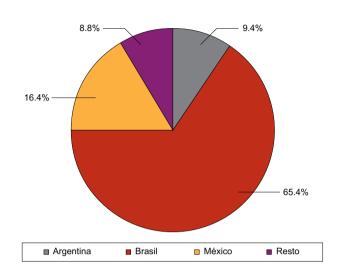


En los países de ALC con un volumen de inversión menor también se aprecian variaciones diferentes. Colombia registró un incremento muy fuerte de su inversión en I+D, con un aumento del 70% entre 2009 y 2013. Chile aparece con un crecimiento menor, alcanzando el 55%, seguido de Costa Rica, en términos de incremento del esfuerzo realizando en I+D, con un 32%. Uruguay mantuvo en 2013 un volumen casi equivalente al de 2009. Cuba fue el único país que bajó levemente su inversión en I+D.

19

Otra característica de ALC es la fuerte concentración de la inversión en I+D: sólo tres países representan más del 90% del esfuerzo regional. En 2013, Brasil representó el 65% de la inversión regional en I+D, seguido por México con el 16% y Argentina con casi el 10%. Todo el resto de los países acumulan menos del 9% del total de ALC.

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.



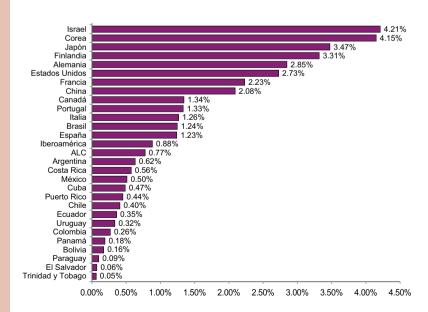
\* O último dato disponible.

### 20

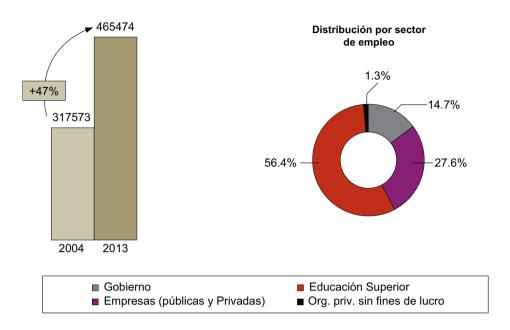
#### 2.7. Inversión en I+D en relación al PBI en países y regiones seleccionados (año 2013 o último dato disponible).

En 2013 el conjunto de países iberoamericanos realizó una inversión que representó el 0,88% del producto bruto regional, mientras que ese mismo indicador para ALC alcanzó el 0,77%. Portugal es el país iberoamericano que más esfuerzo relativo realiza en I+D, invirtiendo el 1,33% de su PBI en estas actividades. España alcanza el 1,23%. Brasil es el país de ALC con mayor intensidad de inversión en I+D en relación a su economía, alcanzando el 1,24%. Es también el único que ha superado la barrera del 1%. 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, Israel y Corea superan el 4%, mientras que Alemania y EEUU están cerca del 2,8%.



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



<sup>\*</sup> Estimaciones realizadas por RICYT, en base a la información brindada por los países de Iberoamérica sobre investigadores y becarios EJC.

La cantidad de investigadores y becarios EJC en Iberoamérica ha experimentado un crecimiento del 47% entre 2004 y 2013, al pasar de 317 573 a 465 474 investigadores EJC.

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 investigación que llevan a cabo los investigadores durante el año, divididas por el número de horas de una dedicación completa a la I+D durante un año. Es decir, refiere 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, dado que los investigadores dedican una parte de su tiempo a la I+D y otra a la docencia o la transferencia.

Si tenemos en cuenta la distribución de este capital humano de acuerdo a su sector de empleo, podemos observar que en el 2013 el 56,4% de los investigadores realizó sus actividades de investigación en el ámbito universitario. El sector de la educación superior ha concentrado entre el 51% y el 56% del total de investigadores EJC a lo largo de los diez años bajo análisis. Alrededor del 28% de los investigadores EJC de la región se desempeñaron en el sector empresario y el 15% lo hicieron en instituciones de I+D pertenecientes al ámbito público.

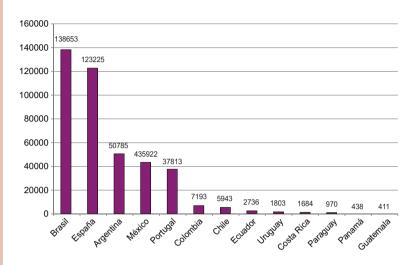
21

#### 3.2. Cantidad de investigadores EJC en países seleccionados (año 2013 o último dato disponible).

Si analizamos la cantidad de investigadores y becarios EJC en cada país de Iberoamérica, observamos un panorama similar al señalado para el gasto en I+D en ALC, 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 138 653 investigadores EJC, un valor casi tres veces mayor que el país latinoamericano que le sigue: Argentina, con 50 785 investigadores y becarios en EJC.

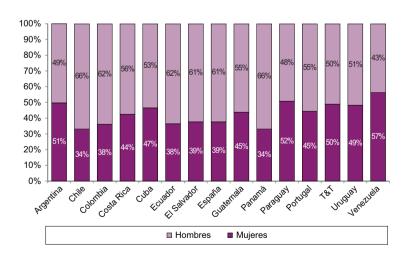
Le siguen México, con un volumen de 43 592 investigadores, y Portugal con 37 813. En una escala menor, se encuentran países como Colombia y Chile, con 7 193 y 5 943 investigadores EJC respectivamente.



\* Incluye información brindada por los países de Iberoamérica sobre investigadores y becarios EJC. En los casos de México, Guatemala y Paraguay los datos corresponden al año 2012, en los de Panamá y Ecuador al 2011 y en el de Brasil al 2010.

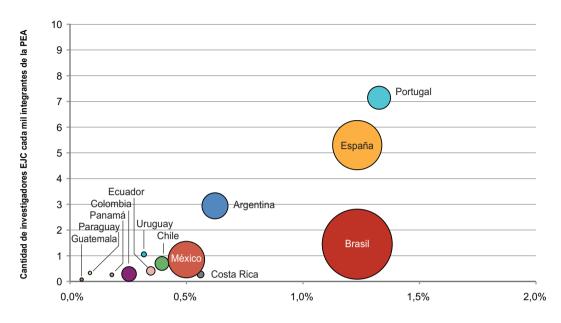
#### 3.3. Investigadores PF según sexo, año 2013\*.

Resulta interesante también analizar el porcentaje de mujeres y hombres abocados a tareas de investigación. Para ello, en el Gráfico 3.3 se presentan los porcentajes de la desagregación de investigadores, expresados en cantidad de personas físicas, según sexo. Se evidencia que la cantidad de hombres investigadores es mayor que el de mujeres en la mayoría de los países, con la excepción de Argentina, Paraguay y Venezuela.



\*Los valores de cada categoría se encuentran expresados en porcentajes en relación a la suma de los valores informados para la desagregación por sexo de investigadores en personas físicas. En los casos de Guatemala, Paraguay y Venezuela los datos corresponden al año 2012, en los de Panamá y Ecuador al 2011.

## 3.4. Mapa de posicionamiento de países iberoamericanos según recursos dedicados a I+D (año 2013 o último dato disponible).



Inversión en I+D en relación al PBI (%)

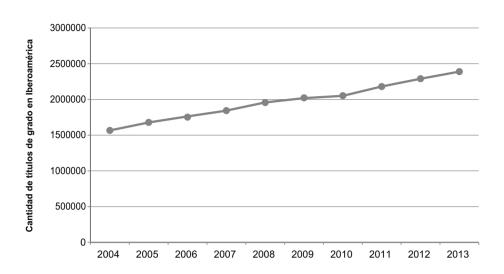
En el presente gráfico de dispersión se encuentran representados el total de países de Iberoamérica de acuerdo a tres variables resumen que describen los recursos financieros y humanos dedicados por cada país a las actividades científicas y tecnológicas para el año 2012 (o último año disponible). El 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 países con economías de menor tamaño relativo.

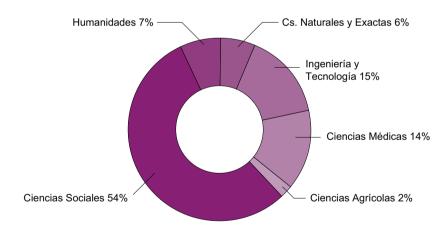
Además, se puede observar que la mayor cantidad de países se ubican en valores menores al 0,5% de la inversión en I+D en relación al PBI, con un investigador EJC cada mil integrantes de la PEA. Entre ellos, se desatacan Chile y Colombia por la cantidad de recursos que destinan a I+D y, con volúmenes de inversión mucho menores, 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 2013.

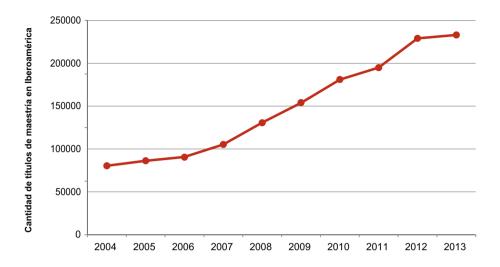


El gráfico 4.1 muestra la evolución del total de titulados de grado en Iberoamérica entre los años 2004 y 2013. Puede observarse que el total de titulados pasó de aproximadamente 1,57 millones de títulos en carreras de grado en 2003 a 2,39 millones en 2013, lo cual implicó un crecimiento del 52%.

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 54% del total de títulos. Le siguen luego las la ingeniería y tecnología y las ciencias médicas con pesos similares del 14% y 15%. Las disciplinas humanísticas, por su parte, representaron el 7% y las ciencias naturales el 6%.

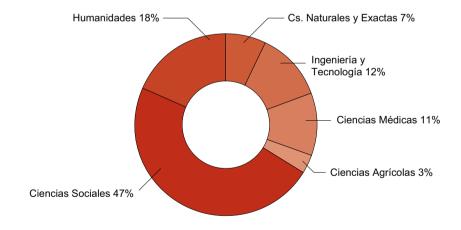
24

#### 4.3. Evolución del número de titulados de maestrías en Iberoamérica



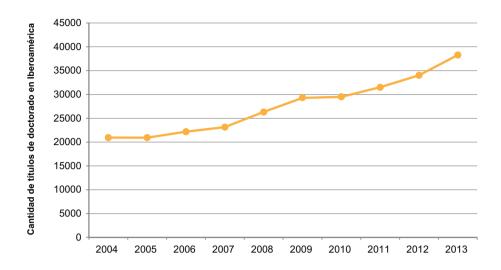
<sup>\*</sup> O último año disponible.

#### 4.4. Titulados de maestrías en Iberoamérica según disciplina científica, año 2013.

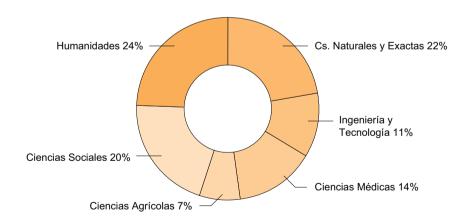


La cantidad de graduados de maestrías prácticamente se ha triplicado desde 2004 a 2013, con un crecimiento más acelerado a partir del año 2006, impulsado principalmente por los valores informados por Portugal. Respecto a la distribución por disciplina científicas en 2013, el predominio de las ciencias sociales aparece matizado por el número de graduados en humanidades (18%), seguidos por los graduados en ingeniera y tecnología (12%) y ciencias médicas (11%).

#### 4.5. Evolución del número de doctores en Iberoamérica



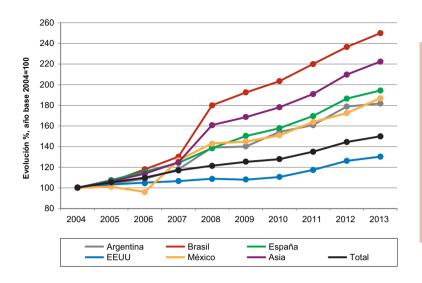
#### 4.6. Doctorados en Iberoamérica según disciplina científica, año 2013.



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 2004 a 38 mil en el año 2013, es decir un aumento del 81% durante el período. A diferencia del caso de los titulados de grado y de maestría, la mayor cantidad de graduados de doctorado corresponde a humanidades (24%) seguido por las ciencias naturales y exactas que también tienen un lugar preponderante, representando el 22% del total de títulos de doctores.

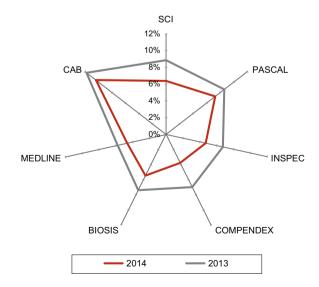
#### 5. INDICADORES DE PRODUCTO

#### 5.1. Evolución del número de publicaciones en el Science Citation Index (SCI).



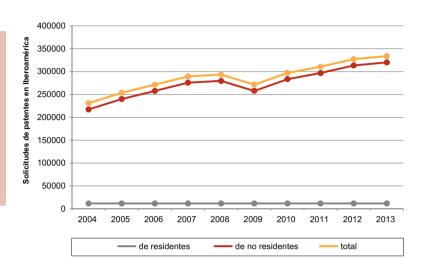
En los años comprendidos en esta serie, la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en el Science Citation Index (SCI) por autores de ALC creció un 123%. Se destaca el crecimiento de Brasil que logra aumentar en un 2,5 la cantidad publicaciones en esta base de datos. Estados Unidos, el líder mundial en el SCI en base al volumen de su producción científica, muestra una evolución estable y sostenida a lo largo del tiempo con un crecimiento del 31% entre el 2004 y el 2013.

#### 5.2. Participación de Iberoamérica en distintas bases de datos, años 2004 y 2013.



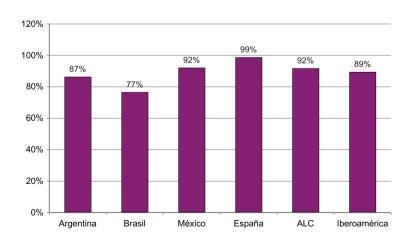
La participación de autores pertenecientes a países de Iberoamérica en las bases de datos bases CAB (Ciencias Agrícolas), SCI (Multidisciplinaria), BIOSIS (Biología), PASCAL (Multidisciplinaria), MEDLINE (Salud), Compendex (Ingeniería) e Inspec (Física) ha aumentado considerablemente en el decenio analizado. En promedio, en todas estas bases se observó un crecimiento de 2pp entre 2004 y 2013. En SCI y Compendex, la presencia de autores iberoamericanos superó los 2.5 pp de un año a otro.

En este gráfico se ilustra el número de solicitudes de patentes de Iberoamérica de acuerdo a la residencia del solicitante en el país donde tramita la solicitud. Se observa que el número de patentes solicitadas por residentes se mantuvo estable a lo largo de los diez años, mientras que muy por encima de este número se ubican las solicitudes realizadas por no residentes, explicando la tendencia del total de solicitudes de la región.



#### 5.4. Solicitudes de patentes por no residentes en relación al total de solicitudes\*.

En sintonía con el gráfico anterior, aquí se observa que para el año 2013 el 89% 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 77% de las solicitudes corresponden a no residentes. En conjunto, las solicitudes de no residentes en ALC alcanzan el 92%.



## 2.1. DESPUÉS DE VEINTE AÑOS

#### **MARIO ALBORNOZ \***

Recordar los orígenes de la RICYT nos obliga a retroceder hasta un poco más allá de 1995, el año de su creación, por parte del Programa CYTED. En noviembre de 1994. desde la Universidad Nacional de Quilmes convocamos a un Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Ignorábamos por entonces que habría de ser el primero de una larga serie de talleres y congresos hasta el presente. Tampoco estábamos seguros del éxito que habría de tener aquella convocatoria y de hecho nos vimos sorprendidos, no solamente por el número de inscriptos, sino por su representación institucional. Con Nacho Avalos, por entonces Presidente del CONICYT de Venezuela, comenzamos entonces la que habría de ser una larga amistad. Recuerdo también a Ubirajara Pereira Brito, Viceministro de Ciencia y Tecnología de Brasil, quien nos animó a impulsar un proyecto de largo plazo y más tarde habría de brindarnos un gran apoyo en los primeros pasos de la RICYT. Hernán Jaramillo fue otro entusiasta impulsor de aquello que empezaba a manifestarse. Sandra Brisolla también nos acompañó desde el comienzo.

Puede parecer curioso el momento histórico en que esto se producía, ya que por entonces en Brasil se había hecho carne la idea de que se trataba de una "década perdida" y gran parte de los países de América Latina se plegaban a la ola neoliberal. Eran tiempos del "Consenso de Washington", con su recetario de liberalización financiera y del comercio internacional, privatización de las empresas públicas y desregulación de los mercados. Muchos gobiernos replanteaban el papel del estado, lo que condujo a que éste viera reducido su ámbito de acción, abandonando sectores de actividad que hasta

entonces le eran indiscutiblemente propios para adoptar otras funciones, más vinculadas con las regulaciones y el control de la calidad, que en la práctica muchas veces conllevaron un retroceso en la financiación pública a muchas actividades; entre ellas, las académicas, científicas y tecnológicas.

El modelo basado en la industrialización sustitutiva de importaciones que fuera impulsado por CEPAL durante décadas era por entonces ya tan sólo un recuerdo. Había entrado en crisis en la mayor parte de los países de América Latina en un contexto de convulsiones internas, presiones externas, gobiernos autoritarios y democracias debilitadas, después de haber tenido un éxito parcial. En la segunda mitad de la última década del siglo pasado, testigo de los comienzos de la RICYT, la economía global se veía amenazada por las crisis financieras. 1994 no fue solamente el año en el que se propuso la creación de la RICYT, sino también el del "efecto tequila".

Poco espacio para las políticas científicas y tecnológicas dejaba este escenario, pese a que, paradójicamente, un aire de modernidad envolvía el modelo y en su retórica estaba la I+D y algo más tarde la innovación. Pero cuando convocamos al Taller de Quilmes descubrimos que algo estaba cambiando. En aquel momento comprendimos que la necesidad de contar con información confiable y comparable no era solamente un tema de interés académico, sino una necesidad percibida por los gobiernos latinoamericanos que comenzaban a mostrar un interés renovado en contar con la ciencia y la tecnología como instrumentos necesarios para el desarrollo.

Aquel primer encuentro terminó con un pedido al CYTED para crear una red. Con el impulso que le daba Jesús Sebastián, el Programa tardó poco más de cinco meses en crearla. En mavo de 1995 nacía la RICYT. Por la misma fecha, la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA) convocaba también a una reunión para impulsar el interés por los indicadores. Mi primera participación como coordinador de la RICYT fue en Washington. Cuando expuse los propósitos de la red, hubo acuerdo en unir ambas iniciativas. Anna María Prat, con su sonrisa y su entusiasmo, estaba presente en la reunión y va no dejaría de estar junto a la RICYT hasta su fallecimiento, hace dos años. Manuel Marí fue el impulsor en la OEA de la idea de que la nueva red fuera a la vez iberoamericana e interamericana. Por ese motivo, el conjunto de países de los que la RICYT da cuenta incluye. además de los de América Latina y el Caribe, a España, Portugal, Estados Unidos y Canadá. Bajo la forma asociada con OEA convocamos al segundo Taller de Indicadores, que tuvo lugar al año siguiente, 1996, en Cartagena de Indias, con un éxito masivo de participantes. Jennifer Sue Bond, responsable de indicadores de la National Science Foundation (NSF), se reveló como una eximia bailarina y una experta de consulta obligada en los primeros pasos.

Cuando la RICYT fue creada, la problemática de los indicadores en América Latina era más una demanda que una realidad. El anuario del BID, dedicado a la ciencia y la tecnología, ofrecía escasas cifras y muy desactualizadas. Las de Brasil, por ejemplo, tenían diez años de antigüedad. La mayor parte de los países apenas podía ofrecer información y cuando lo hacía, quedaban muchas dudas acerca de la posibilidad de compararlas. Por este motivo, la normalización apareció como el primer desafío a enfrentar y así fue que los primeros indicadores sobre los que se empezó a trabajar fueron los del Manual de Frascati.

Con el tiempo, la RICYT fue incorporando nuevas familias de indicadores y con ellos se aproximaron nuevos expertos y más jóvenes se sumaron al grupo inicial. El núcleo que elaboró el Manual de Bogotá tuvo su anclaje en Colciencias, gracias a un proyecto financiado por OEA que permitió conformar un grupo de expertos con Mónica Salazar, Hernán Jaramillo, Gustavo Lugones y Judith Sutz, con el apoyo juvenil de Guillermo Anlló. La problemática de la innovación nos llevó rápidamente a la de la vinculación de las universidades y los centros públicos de I+D con las empresas. En América Latina este tema tiene especial importancia porque la gran mayoría de los investigadores tienen su lugar de trabajo en centros académicos. Juan Carlos Carullo, del Centro REDES, venía proponiendo desde el mismo punto de partida de la RICYT, en 1995, desarrollar indicadores de vinculación. Pasado un tiempo, la RICYT invitó al grupo INGENIO, de la Universidad Politécnica de Valencia, a elaborar el documento de base. Se organizaron varias reuniones espaciadas, durante las que maduró el proyecto, actualmente en marcha, de elaborar el Manual de Indicadores de Vinculación al que, siguiendo la costumbre

de bautizar los manuales con el nombre de ciudades significativas, llamamos Manual de Valencia.

Los indicadores de percepción pública de la ciencia fueron el núcleo temático que aproximó la RICYT a la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y abrió las puertas a una estrecha colaboración con José Antonio López Cerezo y Carlos Vogt, entre otros. Carmelo Polino se formó en esa línea de trabajo hasta haberse convertido, como lo es hoy, en un referente internacional en el tema. Jesús Sebastián coordinó el Manual de Santiago, con el apoyo de la CONICYT de Chile, que se volcó en el proyecto con Rafael Correa, Anna María Prat y el propio Enrique D'Ettigny, quien fuera Presidente de CONICYT y durante cuya gestión diera un apoyo generoso a la RICYT.

Otro campo que la RICYT abordó casi desde sus comienzos fue el de los indicadores bibliométricos. Es imposible escribir esta parte de la historia sin recordar al entonces CINDOC, en el CSIC español. Isabel Gómez Caridad y Rosa Sancho fueron apoyos fundamentales en ese proceso. Más tarde Rodolfo Barrere y Lautaro Matas desarrollaron una batería de indicadores bibliométricos basados en distintas fuentes, que la RICYT publica todos los años. Lautaro fue más allá y desarrolló Intelligo, una herramienta original para explorar y procesar información en grandes repositorios textuales. Presentado en su versión preliminar en 2009 y actualmente expandido hacia diversas aplicaciones, Intelligo es muy apreciado por su utilidad para la vigilancia tecnológica.

El Manual de Lisboa, dedicado al establecimiento de pautas para la interpretación de datos estadísticos y la transición de Iberoamérica hacia la Sociedad de la Información, fue presentado en 2006. En 2009 la RICYT dio a conocer una nueva versión que contenía una serie de modificaciones y agregados. En esta actividad fue decisivo el apoyo del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI y del Ministério da Educação de Portugal. Maria de Lurdes Rodrigues, junto a Joao Trocado da Mata, fueron los líderes de esta actividad en Portugal. Roberto Carneiro fue un sabio consejero en alguna etapa en las discusiones sobre aspectos conceptuales, que inesperadamente no resultaron sencillas. Antonio Firmino es también un amigo portugués que acompañó no solamente el Manual de Lisboa, sino también el desarrollo de los indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología que culminaron en el Manual de Antigua.

En 2004, en el marco del VI Taller de Indicadores de la RICYT, realizado en Buenos Aires, se firmó el Memorándum de Acuerdo entre el Instituto de Estadística de la UNESCO (IEU) y la RICYT para cooperar en el campo de los indicadores de ciencia y tecnología. La firma del acuerdo formalizó la cooperación que, de hecho, la RICYT y el IEU ya venían realizando. El convenio estableció un marco general de cooperación entre las dos instituciones y puntualmente establecía que RICYT seguiría realizando el relevamiento de información en los países que la integran y brindaría la información al IEU, respetando el principio de no duplicación de los datos.

La RICYT tuvo desde el comienzo una gran visibilidad, lo que fue siempre una gran ventaja y no dejaría de ser un problema, va que resultaba difícil explicar algo tan elemental como su materialidad institucional. ¿Dónde quedaba, de quién dependía, con qué presupuesto contaba? Mientras recibíamos los primeros pedidos de ayuda técnica y hasta solicitudes de subsidios, tratábamos de armar un mínimo equipo técnico, inicialmente en la Universidad de Quilmes y más tarde en el Centro REDES. Ernesto Fernández Polcuch dio sus primeros pasos en la vida profesional colaborando en la consolidación de la red. Gustavo Arber acompañó el surgimiento de la RICYT desde su origen en la Universidad de Quilmes, en la que todavía era estudiante. Tiempo después sería Secretario Técnico de la RICYT, hasta que asumió responsabilidades en el área de indicadores del gobierno argentino. Ese pequeño grupo era toda la institucionalidad de la RICYT. El presupuesto había que solicitarlo año tras año al CYTED. a la OEA, mientras disponía de la posibilidad de financiar proyectos, a los países, al BID y a otras organizaciones, según la actividad que proyectáramos. José Antonio Cordero, quien reemplazó a Jesús Sebastián en el CYTED, impulsó que la RICYT fuera una red permanente, a fin de evitarle los pedidos anuales de renovación. Lamentablemente, su sucesor no tomó esto en cuenta. Águeda Menvielle, desde la entonces Secretaría de Ciencia y Tecnología, nos dio apoyo ante la OEA para que se otorgara financiamiento a un programa de actividades de la red en los países.

A partir de 2007, la RICYT comenzó a organizar una reunión anual de los responsables de elaborar los indicadores de ciencia, tecnología e innovación. Después de cierto tiempo, esta reunión anual tomó el carácter de Comité Técnico de la RICYT y se realiza rotativamente, con una presidencia que acompaña la designación de la siguiente sede. Este accionar colectivo ha tenido numerosas ventajas. Obviamente, el diálogo cara a cara acerca de los problemas prácticos que se enfrentan en la tarea de elaborar los indicadores conduce a un aprendizaje recíproco y constituye un instrumento más eficaz que los propios manuales para lograr la normalización y hacer que sean comparables. Para la RICYT ha sido un paso adelante en su institucionalización y ha consolidado el apoyo por parte de los organismos de ciencia y tecnología de cada país.

En mayo de 2010 hizo eclosión una crisis que venía prefigurándose en la relación con el Programa CYTED. En uno de los momentos de mayor reconocimiento por parte organizaciones como UNESCO, la Organización Para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el Banco Interamericano del Desarrollo (BID), OEA y la propia OEI, el CYTED decidió desvincularse de la red. Fue un momento difícil que se produjo mientras estábamos dedicados a organizar el VIII Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología que habría de Ilevarse a cabo en Madrid, con el apoyo indispensable de Luis Plaza en la organización. El alejamiento del CYTED no impidió que dispusiéramos de los recursos necesarios para el traslado de representantes de todos los ONCYT al encuentro, además de otros invitados, garantizando así el

éxito del Congreso. En una nota dirigida al Secretario General y a los Miembros del Consejo Directivo del Programa CYTED, dejé constancia de que esa situación difícilmente comprensible no había sido buscada por la coordinación de la RICYT, y que la lamentaba profundamente.

En aquel momento difícil fue fundamental el apoyo que nos brindara Juan Carlos Toscano, quien facilitó que la red fuera invitada por la OEI para funcionar en forma asociada con el recién creado Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, lo que constituye la situación actual. Darío Pulfer merece nuestro reconocimiento por su permanente apoyo en la Oficina de la OEI en Buenos Aires.

En octubre de 2013 la RICYT inició una nueva etapa, con un mayor grado de institucionalización. Se constituyó, además del Comité Técnico que ya venía funcionando, un Consejo con funciones de asesoramiento de alto nivel. En la reunión del Consejo realizada en Bogotá durante el IX Congreso Iberoamericano de Indicadores, se produjo el cambio de autoridades en la red y con ello quedó clara su madurez institucional luego de casi 20 años de existencia. Elegí ese momento para dar por terminadas mis funciones como Coordinador y pasé a formar parte del Consejo de la Red. En mi reemplazo asumió el cargo Rodolfo Barrere. quien venía desempeñándose como Secretario Técnico. Rodolfo está plenamente identificado con la RICYT, cuenta con la capacidad técnica necesaria y tiene toda la energía que se requiere para impulsar las actividades y fortalecer los vínculos.

#### **NUEVOS ESCENARIOS**

El panorama que se abre hoy a la "nueva" RICYT es apasionante: nada menos que acompañar las transformaciones que Iberoamérica ha comenzado a enfrentar en ciencia y tecnología. En los últimos diez años, la política científica y tecnológica ha sido progresivamente incorporada y potenciada en la agenda de los países de Iberoamérica. La inversión en ciencia, tecnología y educación superior ha aumentado en casi todos ellos. La mayor parte ha comenzado a aplicar políticas de estímulo a la innovación. Han sido, además, años de cierta bonanza económica para los países de América Latina, que se han visto beneficiados con un aumento del precio de sus materias primas exportables, aunque esto no haya repercutido en una transformación de su estructura productiva, agregando valor tecnológico a sus productos. La deuda social sigue siendo elevada, pero en cambio ha logrado ser incorporada en la agenda pública. La sociedad parece haber tomado conciencia de la necesidad urgente de dar solución al problema de la pobreza.

No es un camino sencillo porque las capacidades en I+D son todavía incipientes en la mayoría de los países, los recursos destinados a I+D aún son escasos en comparación con otras regiones del planeta, y porque la crisis actual en el mundo desarrollado confirma las sospechas de muchos latinoamericanos, en el sentido de

que los modelos no son directamente extrapolables, particularmente cuando está socavada la fe ciega en el progreso asegurado. Los nuevos escenarios obligan a pensar en nuevos análisis de oportunidades y tendencias, al tiempo que ponen en cuestión antiguas certidumbres.

El contexto actual es diferente al de 1994. Las preguntas que es preciso formular son, por ello, necesariamente otras. En materia de indicadores de ciencia y tecnología, es necesario repensar muchas cuestiones y revisar algunas ideas que hace veinte años considerábamos seguras. Si en 1994 la prioridad era aplicar el Manual de Frascati para normalizar las estadísticas de I+D, en 2013 son otros los temas que están en el centro de la escena: temas relativos a la consolidación de capacidades para la investigación científica y el desarrollo tecnológico, a la modernización de la estructura productiva, al logro de la equidad social, a la elevación de los niveles educativos y a la participación ciudadana. El camino que está por delante debe ser recorrido con originalidad, aprendiendo de los demás, pero sin renunciar a buscar nuevos senderos.

El acierto de una política depende de muchos factores, de los cuales el fundamental es la legitimidad de quien la formula y los consensos sobre los que se apoya. Pero depende también de aspectos de carácter técnico, que remiten a la correcta lectura de la realidad y al acierto en el diseño de los instrumentos para modificarla. Es una vieja lección que daba UNESCO, la de que el éxito de una política depende del acierto de los diagnósticos de la situación de base. En los años setenta UNESCO recomendaba comenzar a elaborar planes a partir de un inventario de los recursos disponibles. Aquellos inventarios eran los antecedentes de los actuales indicadores.

La importancia de disponer de información para evaluar capacidades es evidente. Los planes de ciencia y tecnología de casi todos los países priorizan temas como la nanotecnología o la biotecnología. Sin embargo, no todos tienen el personal bien formado para trabajar en esos temas. La también antigua recomendación acerca de contar con la "masa crítica" necesaria vuelve a tener sentido en épocas en que cierto ethos romántico no siempre ayuda a poner los pies sobre la tierra.

Paradójicamente, más allá de la presunta objetividad de la ciencia, la política científica y tecnológica es un campo fértil para la retórica, por cuanto es fácilmente asociable en el plano simbólico con valores que la opinión pública asume positivamente, como las ideas de progreso, de desarrollo o de autonomía nacional. Por eso, no es raro que el discurso político enfatice la importancia asignada por los gobiernos a la ciencia y al desarrollo tecnológico. Lamentablemente, la política real no siempre acompaña el discurso. Amílcar Herrera era consciente de ello cuando distinguía entre las "políticas explícitas" (las retóricas) y las "implícitas" (la real asignación de recursos), a las que consideraba como las verdaderas políticas.

Las propias políticas constituven un dato a ser relevado v sus resultados deben ser evaluados. Daniel Malkin, en paso por el BID, nos solicitó un catálogo de instrumentos de política en ciencia, tecnología e innovación aplicados en los diferentes países, con su dimensionamiento y eventuales resultados. Ariel Gordon y Sergio Emiliozzi prepararon los documentos de base que fueron el impulso inicial para que la RICYT desarrollara la plataforma de Políticas CTI, que contiene una descripción de los sistemas institucionales por país, detallando categorías como la estructura institucional, el marco legal y los organismos de políticas en ciencia tecnología e innovación para veintidos países de Iberoamérica. Contiene también información sobre veinte categorías de instrumentos de en ciencia, tecnología e innovación. Complementada con una biblioteca online, y últimamente con la colección completa de la histórica revista Ciencia Nueva, la plataforma constituye una información de gran utilidad para los estudiosos de las políticas y para los tomadores de decisión en esta materia.

Las reuniones de discusión conceptual han sido frecuentes a lo largo de estos años. Hemos discutido acerca de la tensión entre lo idiosincrático y lo comparativo, enfatizando la importancia de los contextos; hemos analizado largamente la noción de impacto social de la ciencia; muchos talleres estuvieron dedicados a tratar de comprender y sistematizar los procesos que se conjugan en la llamada "sociedad de la información" y hemos prestado especial atención a la cultura científica. Además hemos dialogado mucho con los amigos de la OCDE acerca de los rasgos peculiares de la innovación en el contexto del tejido productivo latinoamericano.

Comprendimos además la importancia de monitorear el estado de la opinión pública sobre ciencia y tecnología. Los desafíos de vincular la ciencia y la tecnología a las demandas sociales, así como la necesidad de fomentar la participación ciudadana, requieren la continuidad y profundización de los esfuerzos por medir la percepción social de la ciencia y la tecnología. La RICYT, junto con la OEI y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), impulsó estudios comparativos de alcance regional, en base a metodologías comunes de medición, que fueron realizados con el apoyo de instituciones políticas, científicas y universidades nacionales en distintos países.

Los escenarios son cambiantes y los desafíos actuales son inéditos. No se trata solamente de que estemos viviendo una revolución científica y tecnológica sorprendente, sino que en estos últimos años el mundo está experimentando profundos cambios a nivel político, económico y social. Es difícil saber cómo continuará este proceso, pero cuando vemos los estremecimientos del sur de Europa, las convulsiones del norte de África, las migraciones masivas de quienes huyen de las guerras, del extremismo y de la pobreza, no podemos dejar de tener en cuenta que vivimos en un mundo muy convulsionado.

En ese contexto, la mayoría de los países de América Latina han tenido una oportunidad de crecer, lo que les permite hoy pensar a largo plazo, con metas de desarrollo sustentable y equidad social. Aprovechar esa ventana de oportunidad es una tarea que involucra a la ciencia, la tecnología y la educación. Esta vez hay menos certidumbres y menos ejemplos para imitar. Los latinoamericanos debemos disponernos a pensar estrategias propias, para lo cual se requiere nueva información confiable. Aprender a reunir esa información será una tarea convocante para quienes producen indicadores en estos países. La RICYT tiene allí una gran ventana de oportunidad para mostrase útil acompañando y estimulando la reflexión sobre estos problemas.

# 2.2. INDICADORES: ENTRE LA MÉTRICA Y LA CARTOGRAFÍA

### **IESÚS SEBASTIÁN\***

#### INTRODUCCIÓN

La celebración de los veinte años de la puesta en marcha de la RICYT y de esta publicación conmemorativa me ofrece la oportunidad de compartir reflexiones sobre la elaboración, el uso y, en algunos casos, abuso de los indicadores. Algunas reflexiones no tienen un fundamento empírico claramente establecido, son fruto de la observación y análisis en los diferentes países y entornos institucionales en los que he navegado en los últimos veinte años, tratando de comprender inicialmente los procesos de la cooperación internacional y de la internacionalización de la investigación y la educación superior, especialmente de las universidades.

El título de este ensayo quiere mostrar las múltiples dimensiones que pueden alcanzar los indicadores, de meros números que muestran la medida de alguna propiedad o característica en el ámbito de la investigación a piezas que nos ayudan a configurar mapas, por ejemplo, de un sistema científico técnico nacional, cuya complejidad y cuyo rigor en los contornos vendrá dado por la capacidad de interpretar, contextualizar, complementar e interrelacionar las diferentes partes.

#### ORIGEN Y SIGNIFICADO DE LA RICYT

La creación de la RICYT trató de llenar un hueco existente en América Latina con relación a una métrica que permitiera conocer el estado de la ciencia en los diferentes países, utilizando inicialmente los indicadores básicos del Manual de Frascati. El interés de un grupo de expertos reunidos en un taller prospectivo y la disposición del Programa CYTED por acoger la iniciativa de este grupo liderado por Mario Albornozofrecieron una institucionalidad multilateral e iberoamericana, como Red temática del

Programa, que propició una etapa inicial de desarrollo y la implicación más o menos comprometida de todos los países del ámbito regional. La consolidación, el rigor y el prestigio que fue consiguiendo la Red le hizo ampliarse a los países miembros de la Organización de Estados Americanos (OEA) y ser aceptada por organismos internacionales como referente latinoamericano de indicadores de ciencia y tecnología. Su evolución independiente, pero paralela a las vicisitudes por las que pasó el CYTED entre 2005 y 2010, le ayudó a desembarcar en el marco institucional de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), en el que se desenvuelve actualmente.

La RICYT ha realizado un esfuerzo continuado por ofrecer a los países y a los organismos internacionales una información sistematizada y periódica de indudable utilidad para caracterizar el estado de la ciencia y la tecnología en los países de la Red. La RICYT ha supuesto además la generalización del interés por los indicadores en todos los organismos rectores de la ciencia y la tecnología de los países de América Latina y un aprendizaje continuo sobre su elaboración, si bien todavía se evidencia una calidad heterogénea en algunos indicadores, debida a factores como la interpretación y los criterios en los diferentes países de los parámetros a medir, la solidez de los sistemas de información o la rotación en los encargados de acopiar los datos en los países.

La RICYT ha mostrado desde sus inicios un interés por adaptar los indicadores tradicionales elaborados en los países con mayor desarrollo en ciencia y tecnología a la realidad de los países latinoamericanos. Este interés se ha desarrollado especialmente en el ámbito de indicadores más especializados: la innovación, la sociedad de la información, la internacionalización de la ciencia y la tecnología y la percepción pública de la ciencia y la tecnología. Creo que este esfuerzo ha permitido ir fraguando una comprensión de la ciencia y la tecnología en sintonía con la existente en los años dorados del "pensamiento latinoamericano de la ciencia y la tecnología".

<sup>\*</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

#### **EL MANUAL DE SANTIAGO**

Mi acompañamiento a la RICYT ha sido continuo, con más o menos intensidad, primero como Secretario General del Programa CYTED en los años iniciales de desarrollo de la Red, y después como miembro de su comité asesor y coordinador del grupo de trabajo que elaboró el Manuel de Santiago de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología (publicado en 2007).

¿Por qué el Manual de Santiago? El Manual respondió a la constatación de que la dimensión internacional se ha ido consolidando como un componente intrínseco del ámbito de la I+D y de los sistemas científico técnicos (SCT). Las expresiones de la dimensión internacional se encuentran crecientemente en las actividades de formación, especialización y circulación de los investigadores, en las actividades de investigación a través de proyectos conjuntos y redes, en las modalidades de difusión de los resultados de la investigación, en las modalidades organizativas (desde las redes temáticas a los centros, consorcios y alianzas estratégicas), en los flujos de financiación de las actividades de I+D y en los procesos de transferencia y uso del conocimiento.

El peso de la internacionalización y el creciente interés por la elaboración de estrategias para la internacionalización en el marco de las políticas científicas nacionales, especialmente en los países más desarrollados, llevó a la decisión de elaborar un sistema de indicadores con varios objetivos. Entre ellos se encuentra el sensibilizar a los países latinoamericanos sobre las oportunidades y características de la internacionalización de los Sistemas de Ciencia y Tecnología (SCT), facilitar la autoevaluación del grado de internacionalización del SCT a nivel institucional y del país, facilitar la elaboración, el seguimiento y la evaluación de políticas explícitas de fomento de la internacionalización y permitir estudios comparativos entre países.

La elaboración del Manual de Santiago ofreció la oportunidad de experimentar una metodología para el diseño de indicadores en un ámbito nuevo en América Latina, como era la dimensión internacional de la ciencia y la tecnología.

Frente a consideraciones parciales y subordinadas de los indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la National Science Foundation y la Unión Europea, la RICYT se caracterizó por adoptar un enfoque sistémico y elaborar un sistema de indicadores específico propio internacionalización. Además. considerando las especificidades de los países latinoamericanos, se puso énfasis en el carácter dual de la internacionalización y, especialmente, en la internacionalización de los componentes internos de los SCT (internacionalización hacia dentro o en casa), más que en la dimensión internacional de los resultados de la investigación (proyección internacional), aspecto central en los indicadores de los organismos internacionales.

Fijado el objetivo del Manual, medir la dimensión internacional en un SCT, y tras el análisis de diferentes estrategias para su elaboración en un taller de expertos celebrado en Santiago de Chile en 2005, se constituyó un grupo de trabajo y se estableció una metodología con varias etapas.

La originalidad del enfoque metodológico consistió, en primer lugar, en desagregar el SCT en seis ámbitos con sus correspondientes componentes: entorno político, entorno organizativo, entorno financiero, instrumentos operativos, actividades de I+D y resultados y productos de la I+D. Seguidamente, se identificaron expresiones de la dimensión internacional en los componentes y, finalmente, se seleccionaron las expresiones más representativas e idóneas para diseñar los indicadores. El resultado fue la selección y validación de una lista larga de indicadores agrupados por componentes y la elaboración de una lista corta aplicando los criterios de relevancia, comparabilidad, viabilidad, cobertura, autonomía y utilidad.

La principal aplicación de la lista larga ha sido servir como una guía para la autoevaluación de la intensidad y características de la internacionalización del SCT de un país o de una institución. La lista corta es la propuesta de la RICYT para la medición y comparación del grado de internacionalización de los países miembros de la Red.

La implementación de los indicadores ha puesto de manifiesto algunas dificultades prácticas. Algunas están relacionadas con la naturaleza de los propios indicadores de internacionalización, como es la ausencia o limitación de los sistemas de información existentes en los países y las instituciones. Otras dificultades son más generales y tienen que ver con las diferentes conceptualizaciones o interpretaciones de algunos de los componentes a medir. Este es el caso de los "investigadores" y de los "proyectos de investigación". A pesar de las definiciones de la RICYT, existe una gran variabilidad en el concepto de "investigador" que se aplica en diferentes países y dentro de un país en diferentes universidades. Esta variabilidad y falta de homogeneización enturbia las comparaciones de indicadores relacionales, en los que se considera el número de investigadores como uno de ellos. Igualmente, la definición de "proyecto de investigación" es muy variable, encontrándose un gradiente entre estudios individuales de unos pocos meses hasta emprendimientos plurianuales con numerosos grupos de investigación implicados. En este caso, el indicador del porcentaje de proyectos con una dimensión internacional es inaplicable en términos comparativos.

Otra cuestión que merece una reflexión es la utilización del porcentaje de co-publicaciones internacionales respecto al total de la producción científica de un país o una institución, como indicador de internacionalización de la investigación.

La interpretación de este indicador es más compleja. En países desarrollados científicamente, donde la mayor parte de la producción científica se publica en revistas indexadas en bases de datos de referencia, este porcentaje puede considerarse un buen indicador, y en la práctica es el indicador que mejor muestra el progresivo peso de la colaboración internacional en la producción científica y, en consecuencia, el peso de la internacionalización.

Sin embargo, cuando se analiza el peso de las copublicaciones científicas internacionales en los países latinoamericanos, se observa que en algunos países de menor desarrollo científico, el porcentaje casi llega al 100% de su producción indexada. En estos casos hay dos aspectos que deben contemplarse al interpretar los datos de los porcentajes de co-publicaciones internacionales como indicadores de internacionalización.

Por una parte, el porcentaje se suele relacionar solamente con la producción científica indexada en una determinada base de datos y no se tiene en cuenta la producción total. que mayoritariamente suele publicarse en revistas no indexadas en la base de datos utilizada para los estudios v que generalmente supone el grueso de la producción científica del país. Cabe señalar que LATINDEX, la base de datos especializada en revistas científicas de América Latina, incluye en su directorio cerca de 19.000 revistas editadas en países latinoamericanos, mientras que la base de datos Web of Science (WoS) incluve solamente 277 revistas latinoamericanas y la base de datos Scopus incluye 517, según datos de 2010. Ambas bases de datos son las más utilizadas en estudios de bibliometría, por lo que los indicadores sustentados en estas bases ofrecen una visión parcial de la producción científica.

Por otra parte, el porcentaje de co-publicaciones puede interpretarse como muestra de la existencia de capacidades para la colaboración de una parte de la comunidad científica nacional, pero también como posible muestra de dependencia de los grupos nacionales de grupos de investigación extranjeros.

Por ello, se requiere analizar los liderazgos y los procesos de establecimiento de las agendas de las investigaciones conjuntas para tener una interpretación más apropiada de los indicadores.

#### INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES

La internacionalización está actualmente en la agenda de la educación superior y del desarrollo universitario.<sup>2</sup> Además, existen diferentes visiones sobre los objetivos e implicaciones de la internacionalización que se expresan en diferentes estrategias e instrumentos, tanto a nivel nacional como institucional. Este escenario ha ido poniendo de manifiesto la necesidad de establecer

sistemas de indicadores adecuados para las diferentes visiones y objetivos estratégicos.

En el ámbito latinoamericano se han realizado esfuerzos para diseñar indicadores de internacionalización aplicables a las universidades. Una de las estrategias seguida para este diseño ha sido parecida a la descrita para los indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología. Se ha partido de la desagregación de los componentes de las universidades: entorno y cultura institucional, organización y procesos administrativos, ofertas y contenidos docentes, comunidad académica, procesos formativos, comunidad estudiantil, investigación, extensión y vinculación, y proyección y visibilidad. En una segunda etapa se han identificado las posibles expresiones de la dimensión internacional en cada uno de los componentes y se han establecido familias de indicadores para cada uno de ellos. Este enfoque sistémico ha permitido disponer de indicadores que se pueden aplicar a las variadas visiones y estrategias que coexisten en el escenario de la internacionalización de la educación superior. Sin embargo, una tarea todavía pendiente es afinar indicadores que ofrezcan información sobre los impactos de la internacionalización sobre la calidad, eficacia y eficiencia de las funciones sustantivas de las universidades

#### INDICADORES Y USUARIOS: DILEMAS LATENTES

Este apartado pretende tratar algunos dilemas relacionados con la consideración y utilización de los indicadores.

Un primer dilema se plantea cuando se traspasa la mera función métrica de los indicadores para convertirlos en objetivo finalista de las políticas. Actualmente, se asiste a una cierta sustitución de las políticas por los indicadores, se enfatizan las metas en lugar de los procesos y los instrumentos que pueden viabilizar la consecución de los objetivos. En el ámbito de la educación superior se observa que los objetivos de algunas políticas públicas son escalar en los rankings, en lugar de generar instrumentos y proporcionar medios para la mejora interna de los sistemas educativos, ya que la calidad en un contexto determinado puede tener poco que ver con los indicadores que conforman determinados rankings.

Se supone que los indicadores son inicialmente medios para medir alguna cosa y no deben ser fines en sí mismos. En consecuencia, la naturaleza de los indicadores está sujeta al "para qué" y "para quién" se diseñan y utilizan. Justamente, la diversidad de objetivos por los que se diseñan y utilizan los indicadores da lugar a una notable heterogeneidad en los mismos y al riesgo de utilizar indicadores para propósitos para los que no son apropiados. Esto plantea un segundo dilema.

Un ejemplo de la heterogeneidad de los indicadores se encuentra en el caso de la internacionalización de las universidades. Los criterios para el diseño de indicadores están relacionados con el "para qué" son utilizados y esto condiciona la naturaleza y especificidad de los indicadores. Al menos hay cinco objetivos diferentes para el diseño y la utilización de estos indicadores: la autoevaluación de la intensidad de la internacionalización. la evaluación de programas de fomento de la internacionalización, la evaluación de programas docentes o instituciones por parte de agencias y organismos de acreditación y aseguramiento de la calidad, las comparaciones nacionales o internacionales del grado de internacionalización y el establecimiento de rankings y, el análisis de finalmente. impactos de internacionalización.

La autoevaluación tiene como objetivo conocer la intensidad y las características de la internacionalización de una universidad. Los indicadores deben abarcar todas las facetas posibles donde la dimensión internacional pueda tener una expresión, así como estar relacionados con los diferentes aspectos estructurales y funcionales de las universidades. El carácter global y sistémico de los indicadores en este caso es importante para dibujar el mapa de la internacionalización con sus fortalezas y debilidades. Este mapa será el punto de partida para elaborar estrategias para mejorar la cantidad y calidad de la internacionalización.

Los dilemas surgen cuando hay que ponderar el valor y significado de cada uno, dado que no todos los posibles indicadores pueden tener la misma relevancia para caracterizar la internacionalización. Este dilema incorpora un elemento de subjetividad en función de los criterios de los responsables de la ponderación. En este sentido, es interesante señalar el amplio debate que se produjo en el grupo de trabajo del Manual de Santiago a la hora de dar un peso a las citas de los artículos científicos como indicador de visibilidad e impacto internacional.

La evaluación de políticas o programas de fomento de la internacionalización requiere indicadores relacionados con los objetivos, desarrollo, resultados y metas. El sistema de indicadores deberá ser ad hoc de acuerdo con las especificidades de la política o el programa. En este caso, los indicadores cuantitativos tendrán un papel importante pero no son suficientes, puesto que una parte de la evaluación tendrá que ver con decisiones, procesos y procedimientos. La coherencia de las políticas, la fundamentación de las prioridades, la pertinencia e implementación de los instrumentos, el rigor en los procesos del ciclo de los proyectos y las motivaciones y respuestas de los posibles usuarios de los instrumentos son algunos aspectos que debe contemplar las evaluaciones y que difícilmente se responden con indicadores cuantitativos. Esto plantea el dilema de las relaciones entre indicadores y evaluaciones y la necesidad de contemplar el diseño e implementación de indicadores cualitativos, aspecto que en mi opinión es una cuestión abierta en el ámbito tradicional de los indicadores, dominado por una concepción fundamentalmente numérica que minimiza la amplitud que la Academia de la Lengua confiere a la palabra "indicador": que indica o sirve para indicar.

En los últimos años han tomado un especial protagonismo en la educación superior las agencias de acreditación y aseguramiento de la calidad. Recientemente han incorporado la dimensión internacional como factor de calidad. No se entra en este ensayo en las complejas relaciones entre calidad e internacionalización, aspecto que requeriría una amplia discusión sobre el concepto "líquido" de calidad, por un lado, y las potenciales aportaciones a la calidad de la dimensión internacional en los programas docentes, en la investigación, en la extensión y en el propio marco institucional.

La agencias han ido incorporando indicadores, fundamentalmente cuantitativos, para medir el grado de internacionalización de algunos componentes de los programas o de las funciones universitarias. Incluso han establecido porcentajes y pesos para valorar la incidencia de la internacionalización y relacionarlos con la "calidad". Esto plantea el dilema de con qué criterios se fijan estándares de calidad y hasta qué punto estos estándares pueden fundamentarse más allá de utilizar argumentos meramente administrativos. ¿Dónde está la frontera de la calidad?

Por otra parte, la utilización directa de indicadores en los protocolos de acreditación de instituciones de alta calidad plantea el dilema de la conversión de los indicadores en instrumentos normativos: ¿debe ser ésta la finalidad de los indicadores?

Esta conversión tiene algunas consecuencias que pueden ser contraproducentes. Los indicadores se visualizan por las instituciones como el marco referencial de un ámbito determinado y condicionan los objetivos a perseguir, por ejemplo, en la internacionalización de la universidad o la investigación. Se pueden autorestringir otros objetivos y opciones que pueden ser más adecuados desde el contexto institucional. En el caso de la investigación, el criterio de visibilidad internacional se acaba focalizando en conseguir el máximo de publicaciones en revistas indexadas en *Scopus*, convirtiendo esta base de datos en el paradigma de la internacionalización.

Es interesante señalar que el Consejo Nacional de Acreditación de Colombia (CNA) ha adoptado recientemente una decisión que valoriza los aspectos cualitativos. Ha sustituido la puntuación numérica, otorgada por los pares evaluadores de los factores de calidad definidos por el CNA, por una argumentación fundamentada de los pares sobre cada uno de los factores.

El diseño y la utilización de indicadores pueden tener el propósito de establecer comparaciones entre instituciones y países, así como el establecimiento de rankings. En este caso, el proceso de selección de los indicadores es crucial y no es neutral, en la medida que predetermina el escenario de las comparaciones.

Cualquier combinación de indicadores, casi siempre cuantitativos, puede dar como resultado una clasificación de los sujetos de comparación. Por ello, los criterios de selección de los indicadores plantean el dilema de la relevancia de su aplicación en cualquier contexto institucional o nacional. Esto es dudoso en la mayoría de los rankings que han logrado mayor universalidad de uso y reconocimiento en el ámbito universitario (Shanghái, Times, QS). La selección de los indicadores está condicionada por la consideración de modelos universitarios determinados y su sistema de valores asociado. La relevancia de su aplicación en un universo universitario muy heterogéneo en misiones, modelos y valores dominantes, puede hacer poco relevantes las comparaciones utilizando indicadores homogéneos y eventualmente sesgados. La utilización política de los rankings debería analizar estos condicionantes y restringir su aplicación acrítica.

El quinto ámbito de utilización de indicadores es para el análisis de impactos de políticas, programas, instrumentos y normativas. En la actualidad, éste es un tema en la agenda de los estudios sobre internacionalización. Está claro que el análisis de resultados requiere indicadores cuantitativos, pero los impactos pueden ir más allá de los resultados tangibles. La internacionalización produce resultados intangibles y externalidades, como por ejemplo los cambios en las culturas de investigación de los participantes en la cooperación internacional, los valores implícitos en la formación de estudiantes en programas que han internacionalizado el currículo o en los modelos institucionales de cooperación y, en general, los beneficios que produce el "valor añadido" que tiene lugar en los procesos de cooperación.

Además, la internacionalización puede plantear riesgos debido a los condicionantes de la dependencia de las agendas de investigación y la financiación externa, las excesivas asimetrías en las colaboraciones, la satelización de las comunidades científicas, las escasas capacidades de absorción de las instituciones y la sostenibilidad de los beneficios.

El análisis de impactos requiere estudios y diversos instrumentos de análisis como encuestas, talleres, grupos focales y otros. Un tema que sería interesante abordar es la posibilidad de establecer indicadores complejos que impliquen y relacionen diversas variables y puedan aplicarse para el análisis de impactos de programas de fomento de la internacionalización de las universidades y de la investigación, como un caso específico.

#### LOS PRÓXIMOS 20 AÑOS

Los dilemas planteados ponen de manifiesto que el ámbito de los indicadores constituye un campo muy abierto para la investigación, tanto desde el punto de vista del diseño como de los límites y condiciones para su utilización.

La RICYT puede ser el eje vertebrador de estas investigaciones en América Latina y complementar su función como observatorio responsable de la elaboración y publicación de los indicadores. Con la experiencia de la elaboración de manuales, puede seguir abriendo caminos

y elaborar una agenda de investigación que aumente el rigor y la aplicabilidad de los indicadores en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación, incluyendo los aspectos sociales de su desarrollo. Distintas redes de investigación podrían nuclear investigadores y expertos focalizados en algunos temas de la agenda.

La elaboración de indicadores relacionales para medir características complejas, crear marcos conceptuales para indicadores cualitativos y avanzar en el diseño de indicadores de procesos, como complemento a los indicadores de resultados, son aspectos relacionados con el diseño, que ofrecen múltiples posibilidades de análisis e innovación.

Por otra parte, sigue siendo necesario mejorar la implementación de los indicadores a través de las tareas de capacitación y asistencia. Todavía se encuentran dificultades prácticas para garantizar la validez de los datos. Se trata de consolidar capacidades humanas y unidades profesionalizadas y sostenibles en los países de la RICYT para asegurar la implementación rigurosa de los indicadores. En paralelo se debería proveer las bases para la organización de los sistemas de información necesarios y sensibilizar sobre la importancia de establecer esquemas y procedimientos para generalizar la evaluación expost de políticas, programas y actividades como fuente de la identificación de resultados tangibles e intangibles.

Considero que la teorización de las relaciones entre indicadores y evaluaciones y las buenas prácticas en los procesos de evaluación son un campo que requiere mayor estudio. Los propósitos de las evaluaciones y las características de los objetos de evaluación deben condicionar el diseño y la selección de indicadores. Probablemente, cada proceso evaluativo requiere un sistema de indicadores "a la carta" y una interpretación contextualizada de los datos, lo que tiene que ver con otro aspecto, la relatividad de los indicadores.

Las aplicaciones y los usos de los indicadores, incluyendo su utilización política, constituyen un amplio capítulo de temas de investigación para ampliar su utilidad con relevancia y rigor, más allá de ofrecer informaciones puntuales sobre aspectos concretos de los SCT. Se trata de ensamblar y construir sistemas de indicadores para establecer imágenes comprehensivas de los SCT o de sus componentes, como su perfil de la internacionalización o los impactos sociales y económicos de la investigación. Como se señala en el título de este ensayo, se trata de transitar de la métrica a la cartografía, utilizando los indicadores como las piezas de un puzzle.

# - Situación actual y tendencias comparadas del desarrollo tecnológico en nanotecnología, biotecnología y TIC –

El presente informe ha sido elaborado por el equipo de la RICYT y del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI. Estuvo coordinado por Rodolfo Barrere y conformado por Lautaro Matas, Juan Pablo Sokil y Laura Trama.

#### 1. RESUMEN

Este informe presenta un panorama detallado del desarrollo tecnológico en las denominadas Tecnologías de Propósito General (TPG), analizado a partir del patentamiento a nivel internacional. El estudio abarca a la nanotecnología, la biotecnología y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en Iberoamérica. Se ha buscado también dar cuenta de las principales tendencias registradas a nivel mundial en estas temática y su correlato con lo observado a nivel regional.

Las fuentes de información utilizadas a tal fin han sido las patentes presentadas mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, según sus siglas en inglés) y publicadas por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). La identificación de estos registros se realizó continuando las metodologías desarrolladas en trabajos anteriores publicados por la RICYT y el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI. En particular, este trabajo es

complementario de un estudio sobre la I+D en TPG realizado a partir de publicaciones científicas en el Science Citation Index y publicado por RICYT en 2014.

Este trabajo presenta un panorama general y comparado del patentamiento en las TPG a nivel mundial y regional entre 2007 y 2013. Da cuenta en paralelo de la evolución de la nanotecnología, la biotecnología y las TIC, los principales países a nivel mundial y del desarrollo de estas áreas en Iberoamérica. El informe hace foco en los patrones de especialización tecnológica de los países y en los principales titulares de patentes.

Por último, se hace un análisis de mapas conceptuales generados a partir del texto de los documentos recopilados, comparando las principales temáticas abordadas en Iberoamérica y en el mundo en cada una de las áreas bajo estudio.

45

#### 2. PRINCIPALES AFIRMACIONES

- El total de patentes PCT publicadas, de acuerdo a los registros de la OMPI, pasó de 149.000 en 2007 a 171.297 en 2013, experimentando un crecimiento de 15% entre ambos años.
- Los primeros cinco países con mayor cantidad de patentes a nivel mundial, de acuerdo a la nacionalidad de los titulares de dichas patentes, son: Estados Unidos, Japón, Alemania, China y Corea del Sur. Entre los años 2007-2013 se destaca el crecimiento de la participación de titulares de los países asiáticos.
- El número de patentes PCT publicadas en nanotecnología rondó entre las 2.000 y 2.500 patentes por año durante el período 2007-2013 y experimentó un crecimiento del 12,8% respecto al 2007. Es destacable el crecimiento sostenido de la cantidad de patentes de Corea del Sur que en 2013 duplicó el número de patentes respecto a 2007. Llama la atención su especialización en semiconductores así como la presencia de instituciones académicas, en lugar de empresas, entre los principales titulares.
- Con un volumen promedio de 47 mil invenciones anuales, las TIC representaron alrededor del 30% del total de patentes PCT publicadas en OMPI entre 2007 y 2013. En el último año, el total de patentes PCT en esta área alcanzó un valor 6.8% mayor al de 2007.
- Dentro de la evolución del número de patentes PCT en TIC, se destaca el crecimiento de Japón al incrementar en un 24% su volumen de patentes y el de Corea del Sur que, aun con un número tres veces menor al de la cantidad de patentes japonesas, experimentó un crecimiento del 62% de sus patentes entre 2013 y 2007.
- La cantidad de patentes en biotecnología, que representa en promedio el 4,5% del total de patentes PCT, parece haber mermado su crecimiento en los últimos dos años. Esta caída es impulsada por una disminución de la cantidad de patentes de Estados Unidos, Japón y Alemania entre 2011 y 2012. El desempeño de Corea del Sur, al igual que en las otras tres TPG, también fue muy positivo ya que finaliza el período con un número dos veces mayor de patentes que en 2007.
- El patentamiento en las tres TPG analizadas, a pesar de tener altibajos, tienen un crecimiento menor al total de las patentes PCT entre 2007 y 2013. Las patentes en nanotecnología crecieron un 13%, las de TIC y 7% y las de biotecnología descendieron un 13%, frente al crecimiento del 15% en el total de las patentes.
- A diferencia de lo sucedido a nivel mundial, el volumen de patentes de titulares iberoamericanos experimentó un crecimiento destacable en las tres TPG. Sin embargo, existen evidencias de que la vinculación de la I+D con su aplicación industrial resulta incipiente en Iberoamérica y, dentro de la región, la polarización a favor de España es muy marcada.
- Con 2.558 registros entre 2007 y 2013, los países de Iberoamérica son titulares de tan sólo el 1% del total de patentes PCT en TIC a nivel mundial. Sin embargo la región experimentó un crecimiento muy acelerado (teniendo en cuenta que en seis años se duplicó el número de patentes PCT publicadas, pasando de 221 a 402).
- En nanotecnología Iberoamérica cuenta con un cúmulo de 423 patentes. Se destaca el crecimiento del volumen de patentes de Brasil, sobre todo en 2013.
- En biotecnología, Iberoamérica cuenta con 1.113 patentes PCT entre 2007 y 2013. De éstas, el 67% corresponde a titulares españoles y el 15% a brasileños.
- En Iberoamérica, el mayor número de patentes PCT se concentra en el área de las TIC para la mayoría de los países iberoamericanos, en el caso de los países con menor desarrollo tecnológico relativo esta tendencia se da con mayor intensidad.
- España y Brasil tienen una participación equivalente entre los titulares y los inventores de patentes en TPG. Sin embargo, otro países -como Argentina- tienen una presencia mucho más alta de inventores que de titulares. Esta situación podría estar reflejando la existencia de investigadores trabajando exitosamente en estas tecnologías pero la imposibilidad de empresas locales de apropiarse de la invención.
- Entre los principales titulares de patentes en nanotecnología y biotecnología a nivel mundial, aparecen tanto instituciones académicas como empresas, demostrando la fuerte importancia de la I+D en el desarrollo en éstas áreas estratégicas. En el caso de las TIC, mientras a nivel mundial los principales titulares corresponden exclusivamente a empresas, en lberoamérica también tienen un peso muy significativo el CSIC y universidades españolas.

# 3. LA IMPORTANCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE PROPÓSITO GENERAL

Las TPG son vistas a nivel mundial como tecnologías intensivas en conocimiento y cuya aplicación es transversal a múltiples campos de aplicación. Estas tecnologías son vistas también como factores revolucionarios en la innovación empresarial. Las TPG tienen la característica de poder ser aplicadas por distintos actores a lo largo de una cadena de valor, acomodándose a estrategias de las diferentes empresas que las aplican. Esto le permite a las empresas innovadoras mejorar sus posibilidades de éxito en mercados intensivos en conocimiento en base al control de una única tecnología (Gambardella et al. 2010). En la actualidad, la nanotecnología, la biotecnología y las TIC son casos paradigmáticos de este tipo de tecnologías.

En ese contexto, las TPG se han vuelto también el foco de políticas de promoción por parte de los gobiernos a nivel mundial y los países iberoamericanos no escapan a esta tendencia. En la actualidad, al menos trece países de la región cuentan con instrumentos de política de promoción sectorial o de áreas prioritarias.¹

Este interés de los gobiernos genera también una fuerte demanda de información para el diseño de políticas y la gestión. Sin embargo, la transversalidad de las TPG con respecto a las clasificaciones clásicas de los datos disponibles en ciencia y tecnología plantea un desafío recurrente a los productores de información. Si bien algunos países han hecho avances sustantivos en la medición de áreas prioritarias, existe aún mucho trabajo por realizar (RICYT. 2010).

Con el objetivo de contribuir a la producción de información en ese ámbito, la RICYT ha publicado una serie de estudios cuantitativos que abordan distintas tecnologías y en 2014 un estudio comparado de la producción de conocimiento en las TPG a partir de artículos científicos (Barrere et al. 2014).

Este trabajo, apunta a dar cuenta del desarrollo tecnológico en estas áreas en base al análisis de patentes, complementando ese estudio anterior. Sin embargo, antes de abordar el análisis cuantitativo de las patentes, conviene hacer un breve recorrido por las características y nivel actual de desarrollo de las TPG, tomando como base la información disponible en los documentos de RICYT anteriormente mencionados.

La nanotecnología se refiere a la creación de materiales funcionales, dispositivos y sistemas a través del control de la materia a nivel atómico y molecular. Es una actividad fuertemente interdisciplinaria que involucra, entre otras, a la física, la química, la biología, la medicina y la ingeniería. Desde un punto de vista formal, la nanotecnología se

refiere a la comprensión y al control de la materia en escalas de tamaño menores a los 100 nm (1 nm = 1x10-7 cm). En esta escala, que se denomina escala mesoscópica, aparecen fenómenos únicos, originados en la naturaleza cuántica de la materia, que pueden ser utilizados para nuevas aplicaciones.

El rápido crecimiento de la nanotecnología registrado mundialmente a partir de los años ochenta se basa en la invención de nuevas microscopías, las cuales no sólo permiten observar la materia a escalas atómicas sino también la manipulación de átomos y moléculas, en el fenomenal crecimiento de las capacidades computacionales junto al desarrollo de nuevos métodos de cálculo teóricos y en los avances de la química sintética y la química supramolecular.

Los especialistas señalan que la nanotecnología está impactando e impactará cada vez más, en forma directa o indirecta, en diferentes industrias, especialmente en la manufacturera, la electrónica, la farmacéutica y la textil, entre otras. También indican que está impactando progresivamente, y continuará haciéndolo, en áreas tan disímiles como la salud, la cosmética la energía, el transporte, el medio ambiente y la seguridad.

Actualmente, se entiende por biotecnología la producción de conocimientos, bienes o servicios, mediante el empleo de organismos vivos, parte de ellos o sus productos (OCDE, 2005). Por ello, la biotecnología debe considerarse un término genérico que engloba diversas etapas de desarrollo y aplicación. A nivel económico, la utilización de la biotecnología en cualquier sector, representa la optimización de procesos, disminución de escalas, mejoramiento de la calidad de los productos y un mejor control en el empleo de las materias primas y recursos disponibles. Teniendo en cuenta esto, el rol de la biotecnología en el contexto económico mundial es imprescindible para el crecimiento de economías desarrolladas o en desarrollo.

Finalmente, las TIC son quizás las tecnologías que más atraviesan los distintos sectores de la economía y a nuestra vida y costumbres en general. Sin embargo, como es de esperar, la informatización de la sociedad no se ha producido igualmente en todos los países ni en todos los sectores sociales. Los países desarrollados mantienen un liderazgo incuestionable; más aún: las tendencias de las últimas décadas indican que en buena medida Estados Unidos basa su hegemonía mundial en el desarrollo tanto de sus TIC como de industrias significativamente influidas por ellas (inclusive las industrias culturales v de entretenimientos). En ese sentido, cualquier proyecto de desarrollo de los países del área iberoamericana tiene que incluir indefectiblemente un análisis de las TIC, sus desarrollos, sus vínculos entre sí y con el mundo desarrollado.

Considerando entonces la importancia de estas tres tecnologías en el desarrollo económico y social de los países, presentamos a continuación un análisis comparado del patentamiento en cada una de estas

áreas, con el objetivo de aportar a la comprensión de su desarrollo y potencial económico y para la innovación en los países iberoamericanos.

# 4. LAS HUELLAS DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO

La producción de conocimiento deja huellas tangibles que pueden ser medidas y analizadas para obtener detalles de los procesos de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Esas huellas son, por ejemplo, las publicaciones científicas y las patentes industriales. En ese sentido, el análisis de la información contenida en las bases de datos bibliográficas y de patentes de invención resulta de particular importancia, ofreciendo un enfoque más orientado a la investigación las primeras y a la aplicación industrial las segundas.

Complementando el trabajo publicado previamente sobre la investigación en TPG a partir publicaciones en el Science Citation Index, este trabajo presenta un abordaje cuantitativo de las patentes publicadas mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, según la sigla en inglés).

Las patentes de invención son una fuente valiosa de información sobre el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Cada una de las partes que las componen (título, resumen, descripción, reivindicaciones, titular, inventor, fecha de presentación de la solicitud, fecha de concesión de la patente, país de otorgamiento y citas del arte previo) nos permite conocer un aspecto en particular de ese resultado de investigación protegido jurídicamente, ya sea éste un producto, un proceso o un uso nuevo en el caso de los países que así lo contemplan en su régimen de propiedad intelectual.

Al igual que las publicaciones, las patentes tienen dos usos diferentes, más allá de la protección a la propiedad intelectual que brindan. Por un lado, al tratarse de un cúmulo tan enorme de información (actualmente hay más de cuarenta y nueve millones de patentes en el mundo), la extracción de información puntual de los documentos sirve para favorecer la transferencia de tecnología y para facilitar la innovación en el sector productivo. Por otro lado, la construcción de indicadores a partir de los documentos de patentes permite observar las tendencias en el desarrollo tecnológico de diferentes campos. aprovechando la información estructurada en esos documentos, permitiendo poner el foco en distintos aspectos que van desde los campos de aplicación hasta la distribución geográfica de los titulares e inventores.

Existen distintas fuentes de información utilizadas habitualmente para la construcción de indicadores de patentes. De acuerdo a los intereses de cada estudio pueden seleccionarse las oficinas de propiedad industrial de uno o varios países simultáneamente. En este caso, el estudio se elaboró sobre la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), que contiene la información de las solicitudes de patentes

mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT).

El tratado PCT permite solicitar la patente por una invención de manera simultánea en distintos países miembros del tratado y que el inventor selecciona de acuerdo a su criterio. Si bien la decisión de otorgar o no la patente recae en cada uno de los países, este mecanismo facilita enormemente la tramitación del registro en oficinas múltiples ya que las solicitudes que llegan mediante el convenio PCT no pueden ser rechazadas por cuestiones de forma en los países miembros. Asimismo, antes de ser enviada la solicitud a cada país se elabora una "búsqueda internacional" similar a la que realizan los examinadores de cada oficina. Este documento sirve tanto al titular para evaluar la patentabilidad de su invento como a los examinadores nacionales que ven así disminuido su trabajo.

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

Es importante aclarar que este estudio se basa en las patentes publicadas por la OMPI como parte del proceso de gestión de las patentes PCT. Es decir, los registros refieren a las solicitudes que han sido aprobadas para su publicación por la OMPI (luego de 18 meses de su presentación en la oficina nacional de origen) pero que aún no han ingresado en la fase nacional que las conduce al eventual otorgamiento en cada país.

Una dificultad importante en un estudio que aborde las TPG recae en la dificultad de delimitar con claridad los límites de áreas transversales como éstas, ya que abarcan un sinnúmero de ramas de aplicación industriales en las que se agrupan las patentes. En este estudio se ha dado continuidad a estrategias utilizadas en trabajos anteriormente publicados por la RICYT y el Observatorio lberoamericano de la Cienica, la Tecnología y la Sociedad de la OEI sobre nanotecnología en 2008, biotecnología en 2009 y TIC en 2011.

Para obtener las patentes en nanotecnología se recurrió a la propuesta en el trabajo Nano Sciences and Nano Technologies in Austria (Friedewald et al, 2006). Esta estrategia, a criterio de expertos consultados, es la que mejor se adapta a las características del desarrollo en nanotecnología en Iberoamérica, por sobre otras alternativas existentes en la literatura. Se trata de una estrategia de búsqueda sumamente detallada que consta de más de treinta consultas individuales combinadas, basadas en palabras clave y códigos IPC. Esta estrategia cuenta con un criterio amplio, que incluye desarrollos que

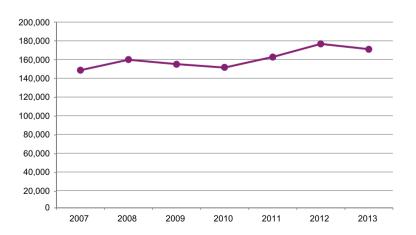
aplican nanotecnología proveniente de los diversos frentes de investigación en esta disciplina, y que fue aplicado a una base de datos de patentes en la que se registran sólo inventos con gran potencial. El detalle de la estrategia utilizada está disponible en el **Anexo 1** de este informe.

En el caso de la biotecnología existe una alternativa altamente consensuada a nivel internacional que fue desarrollada por el grupo de trabajo en biotecnología de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Uno de los principales resultados de ese emprendimiento es el documento *A Framework for Biotechnology Statistics*, publicado en 2005, donde se ofrecen definiciones muy precisas, que han orientado la mayor parte de los estudios métricos en este terreno, motivo por el cual ha sido utilizada en este informe. La estrategia de selección de patentes contenida en ese documento se encuentra basada en 30 códigos IPC y se presenta en el **Anexo 2**.

Finalmente, en el casos de las TIC se recurrió a la Clasificación Internacional de Patentes (IPC, según la sigla en inglés). Se trata de una serie de códigos, asignados por las oficinas de propiedad intelectual a cada documento, y que se basan en los campos de aplicación de la invención patentada. En este estudio se ha utilizado también la definición de patentes TIC de la OCDE, basado una vez más en una serie de códigos IPC, clasificadas en "Telecomunicaciones", "Computadoras y máquinas de oficina", "Electrónica de consumo" y "Otras TIC". El detalle de la definición está incluído en el **Anexo 3** de este informe.

El análisis de la información se realizó utilizando la tecnología Intelligo.<sup>2</sup> Se trata de una herramienta desarrollada por el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI y que ofrece diversas posibilidades de análisis y visualización de

Gráfico 1. Evolución de patentes PCT en el mundo (2007-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

grandes colecciones de información textual. Para ello genera mapas de los temas de interés de cada usuario permitiendo la exploración de grandes volúmenes de información inalcanzables de otro modo. Intelligo releva y analiza el contenido de artículos científicos y patentes en español, portugués e inglés. También posibilita el acceso a los documentos en su fuente original funcionando, además, como agregador de contenidos.

Intelligo analiza los textos de documentos utilizando técnicas de análisis de lenguaje natural, se extraen automáticamente los conceptos más relevantes y se normalizan los metadatos disponibles en cada caso. Para cada fuente se entrena un modelo semántico basado en los contextos compartidos directa o transitivamente por los conceptos en todo el corpus. Mediante la herramienta es posible seleccionar conceptos y definir temas que son visualizados como mapas generados mediante algoritmos de clustering y análisis de grafos. También genera automáticamente los principales indicadores para cada consulta y los representa gráficamente.

La extracción de datos con los que se alimentó a Intelligo se realizó mediante el sistema *Open Patent Services* de la *Oficina Europea de Patentes* y los registros obtenidos fueron descargados y migrados a una base de datos local diseñada para su posterior procesamiento. El acceso a Intelligo es libre y pueden consultarse en línea las colecciones de documentos que han sido analizadas en este informe.

#### 5. EL PATENTAMIENTO EN TPG

A continuación, se presenta un resumen gráfico descriptivo acerca de las tendencias del patentamiento en las TPG a nivel mundial y para los países de Iberoamérica en particular.

Para poner en contexto la evolución de las TPG, en el **Gráfico 1** podemos ver que el total de patentes PCT publicadas, de acuerdo a los registros de la OMPI, pasó de 149.000 en 2007 a 171.297 en 2013, experimentando un crecimiento del 15% entre ambos años. A partir del año 2010, la cantidad de patentes PCT creció a una tasa interanual entre 7 y 8%, para luego decrecer un 3% en 2013.

Los primeros cinco países con mayor cantidad de patentes a nivel mundial, de acuerdo a la nacionalidad de sus titulares, son: Estados Unidos, Japón, Alemania, China v Corea del Sur. Estados Unidos lidera el grupo con 53.526 patentes PCT publicadas en 2007 y 47.875 en 2013. Sin embargo, en los últimos seis años su preponderancia se ve afectada por el crecimiento de la cantidad de patentes publicadas por titulares de Japón v China. En efecto, el crecimiento mencionado del total de patentes PCT a partir del 2010 es impulsado. principalmente, por el incremento en la cantidad de patentes publicadas por titulares de estos dos países, que aumentaron su participación relativa a partir de ese momento. En el año 2013 las patentes de titulares japoneses representan el 24% del total de patentes y las de titulares chinos un 9%.

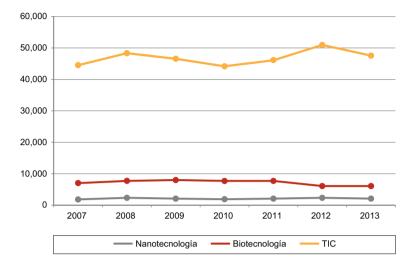
En el Gráfico 2 podemos ver la evolución de la cantidad de patentes PCT en las tres áreas estratégicas bajo estudio durante el período 2007-2013. El volumen promedio de patentes relacionadas a invenciones en TIC fue de 47 mil invenciones a lo largo del período y representó alrededor del 30% del total de patentes PCT publicadas. Las patentes PCT en biotecnología, por su parte, alcanzan el 4,5% del total de patentes, con alrededor de 7.200 en promedio. De las tres TPG analizadas, el patentamiento en nanotecnología es aquél de menor desarrollo. Mientras en 2007 se publicaron 2.000 patentes PCT en nanotecnología, en 2013 ese número fue de 2.256; representando alrededor del 1,4% del total de patentamiento a nivel mundial durante todo el período.

Por último, resulta interesante mencionar que en el último año, los volúmenes de patentes en TIC y nanotecnología experimentaron un leve descenso. La cantidad de patentes en TIC cayó un 10%, pasando de 51.059 patentes en 2012 a 47.786 patentes en 2013, mientras que el número de patentes en nanotecnología descendió un 6%.

Las fluctuaciones experimentadas por el total de patentes y de cada una de las TPG solicitadas a nivel mundial, pueden ser mejor observadas en el **Gráfico 3** donde se presenta la evolución de la cantidad de patentes en cada caso en términos relativos a los valores de 2007.

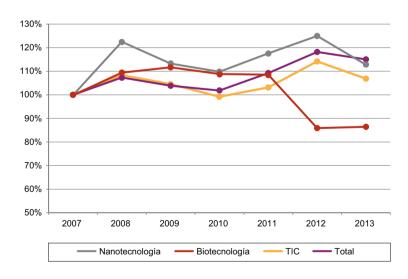
De esta forma, vemos que el patentamiento PCT a nivel mundial no presentó un comportamiento uniforme. En el 2008 el total de patentes crece un 7,4% respecto al año anterior, para luego iniciar un descenso que en 2010 alcanza su punto más bajo y vuelve a

Gráfico 2. Evolución de patentes PCT según TPG en el mundo (2007-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 3. Evolución porcentual de patentes PCT según TPG en el mundo (2007- 2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

crecer los dos años siguientes. Como se mencionó anteriormente, los años 2011 y 2012 son los años de mayor crecimiento, llegando en 2012 aumentar un 20% el número de patentes PCT publicadas respecto a 2007.

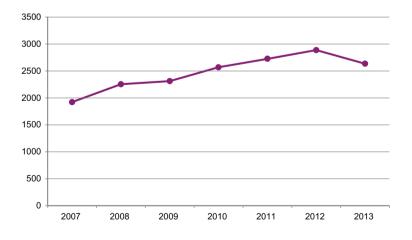
Si analizamos la evolución porcentual de las tres TPG, vemos que Nanotecnología y TIC presenta un comportamiento similar al total de patentes PCT, con las mismas fluctuaciones en los mismos años, solo que con diferentes magnitudes. La trayectoria del número de patentes PCT en nanotecnología alcanza su mayor punto en 2012 con un crecimiento del 24,9% respecto al total de patentes publicadas en 2007.

Un dato interesante es que si bien en 2013 los valores de patentes PCT publicadas en nanotecnología y TIC resultan un 12,8% y 6,8% mayores que en 2007, en ambos casos su crecimiento relativo resultó menor al experimentado por el total de PCT (15%).

El caso de la cantidad de patentes PCT publicadas en biotecnología llama la atención, debido al descenso experimentado entre los años 2011 y 2012. Entre esos dos años el número de patentes en biotecnología cayó un 20%, pasando de 7.718 patentes publicadas en 2011 a 6.901 en 2012. De las tres áreas estratégicas bajo estudio, la biotecnología es la única que finalizó el período con valores más bajos que en el 2007 (-13%).

Si bien no existe una relación directa entre los resultados de I+D, que pueden verse reflejados en artículos científicos, y el patentamiento, que da cuenta del desarrollo tecnológico pero también de estrategias

Gráfico 4. Evolución de patentes PCT de titulares iberoamericanos (2007-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

empresariales, estos resultados son llamativos. El bajo crecimiento en la cantidad de patentes en nanotecnología y biotecnología, junto con la caída en el volumen de patentamiento en biotecnología, curiosamente contrastan con las tendencias que se pueden ver en la producción de artículos científicos, en los que las tres áreas han tenido un marcado crecimiento en el mismo periodo (Barrere et al. 2014).

En este contexto, es interesante analizar la evolución de patentes PCT con titulares que pertenezcan al conjunto de países de lberoamérica. En el **Gráfico 4** se puede observar que el total de patentes PCT pertenecientes a titulares iberoamericanos pasó de 1.918 en 2007 a 2.638 en 2013, experimentando un crecimiento del 37,5% en los últimos seis años. Los países de la región se ubican así muy por encima del crecimiento total del 15% de las patentes PCT.

A diferencia de lo ocurrido a nivel mundial, en Iberoamérica se observa un crecimiento constante del volumen de patentes hasta el 2012 (año en el que se llega a aumentar en un 50,4% el volumen de patentes respecto el año 2007). Los países que más han aportado a este crecimiento son España, Brasil, Portugal y Chile. Sin embargo, la participación de los países dentro de Iberoamérica es muy desigual. Es importante tener en cuenta que del total de patentes PCT obtenidas por titulares de países iberoamericanos, las patentes españolas representan alrededor del 60% en todas las áreas.

Finalmente, en el **Gráfico 4** vemos que entre los años 2012 y 2013, la cantidad de patentes de Iberoamérica disminuyó levemente, con una caída del 9% respecto al año anterior. Esta caída es explicada por España que reduce sus solicitudes de 1.755 en 2012 a 1.484 en 2013 y, en menor medida, por Portugal.

Es importante, sin embargo, señalar que este crecimiento se da con una cantidad relativamente baja de patentes. Los países de la región participan en la titularidad de tan sólo el 6% de las patentes PCT a nivel mundial, acorde a su participación en el gasto en I+D a nivel mundial y algo por debajo de su participación en bases de datos de publicaciones científicas (Iberoamérica participa en alrededor del 8% de los artículos registrados en SCI).

Ahora bien, veamos a continuación de qué manera evoluciona el patentamiento de titulares iberoamericanos en las áreas estratégicas bajo estudio. En el **Gráfico 5** se observa que el patentamiento de invenciones relacionadas a las tres TPG, es un proceso aún muy incipiente en la región. Acorde a la tendencia a nivel mundial, entre las TPG bajo análisis los países de Iberoamérica concentran sus invenciones en mayor medida en el área de las TIC, seguidas por aquellas vinculadas a la biotecnología y la nanotecnología.

En el caso de la nanotecnología, el número de patentes PCT publicadas que corresponden a titulares iberoamericanos es menor a cien patentes por año. Dichas invenciones representan tan sólo el 1.5% del total de patentes iberoamericanas en 2007, con 28 patentes en ese año. Al final del período, el número de patentes en nanotecnología llega a 81, representando el 3,6% del total de patentes iberoamericanas.

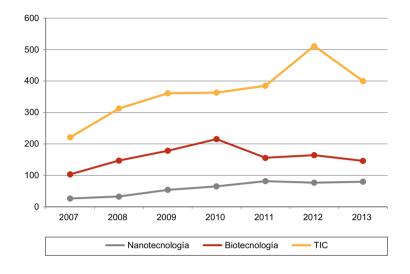
La cantidad de patentes PCT de invenciones vinculadas a la biotecnología pasó de 104 en 2007 a 147 en 2013. Mientras que el número de patentes vinculadas a las TIC para titulares de Iberoamérica creció un 82%, incrementándose la cantidad de patentes de 221 a 402.

El **Gráfico 6** muestra la evolución porcentual del total de patentes PCT y por área solicitadas por titulares iberoamericanos. Podemos ver que el total de patentes PCT crece de manera constante hasta 2012, año en el que el número de patentes PCT publicadas resulta un 50,5% mayor que en 2007. En el año 2013, el número de patentes PCT publicadas desciende alrededor de un 20% respecto al 2012.

A diferencia de lo que ocurre a nivel mundial, el crecimiento relativo del volumen de patentes pertenecientes a titulares iberoamericanos en las tres TPG es mayor a la evolución porcentual del patentamiento total. Biotecnología finaliza el período con un número de patentes PCT publicadas 41,3% mayor respecto al 2007. El área de TIC, por su parte, muestra un crecimiento de 81,9% entre puntas y la nanotecnología de 189,3%.

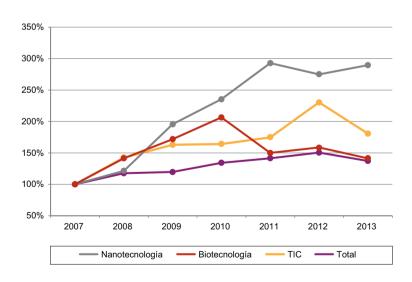
Si bien los índices de crecimiento relativo del volumen de patentes de Iberoamérica son mayores que los experimentados a nivel mundial en las tres TPG, es útil recordar una vez más que el número de patentes en términos absolutos es bajo. Sin embargo, es importante destacar que las TPG en la región han crecido porcentualmente más que el total de los registros, mientras que en el total mundial se da el fenómeno inverso.

Gráfico 5. Evolución de patentes PCT de titulares iberoamericanos según TPG (2007-2013)



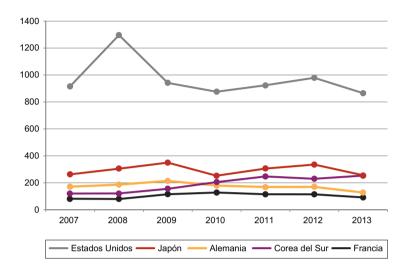
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 6. Evolución porcentual de patentes PCT de titulares iberoamericanos según TPG (2007- 2013)



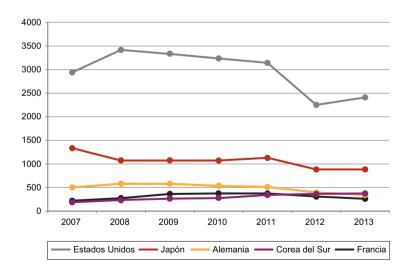
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 7. Evolución principales titulares de patentes PCT en nanotecnología según país de origen (2007- 2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 8. Evolución principales titulares de patentes PCT en biotecnología según país de origen (2007- 2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

El **Gráfico 7** muestra la evolución de los 5 países con mayor cantidad de titulares de patentes en nanotecnología a nivel mundial. Estados Unidos es el líder indiscutido durante todo el periodo, con un número más de tres veces mayor de patentes PCT en el área, respecto al siguiente país del ranking. El mayor volumen de patentes con titulares estadounidenses corresponde al año 2008 con 1292 patentes PCT publicadas. Estados Unidos finaliza el período con 860 patentes PCT en el área, un valor apenas 6,4% menor que en 2007.

Japón mantiene el segundo lugar a lo largo de la serie aunque, al igual que Estados Unidos, presenta una merma hacia el año 2013 finalizando la serie con un 3,8% menos de patentes PCT respecto a 2007.

El tercer puesto es ocupado hasta el año 2009 por Alemania con 210 patentes PCT vinculadas a nanotecnología en ese año. Corea del Sur, con un crecimiento del 117,2% de 2013 a 2007, pasa a ocupar el tercer lugar en 2010 hasta prácticamente igualar el número de patentes PCT en nanotecnología de Japón en 2013 (252 vs. 253).

Por último, Francia es el país que ocupa el quinto lugar en relación a la cantidad de patentes PCT publicadas entre 2007 y 2013, con un promedio anual de 99 patentes en nanotecnología publicadas a lo largo del período.

Analicemos ahora cuáles son los principales titulares de patentes PCT para invenciones biotecnológicas (**Gráfico 8**). Estados Unidos, una vez más, lidera el ranking con el triple de patentes PCT respecto al segundo puesto. Con un crecimiento de 16,3% en el primer año, a partir del 2008 comienza a disminuir la cantidad de patentes publicadas en biotecnología por año hasta que en 2012 llega a contar con valores menores a los que inició la serie en 2007. Tras recuperarse levemente, cierra el período con un volumen de patentes en biotecnología 17,9% menor respecto a 2007.

El segundo puesto es ocupado por Japón, a lo largo de todo el período, pasando de 1.333 patentes PCT sobre biotecnología en 2007 a 873 patentes en 2013. Con un descenso aún más marcado que Estados Unidos, concluye el periodo con un 34,5% de solicitudes menos que en 2007. Al inicio del periodo, Alemania ocupó el tercer puesto con 498 patentes PCT publicadas en 2007, un número de patentes 15% mayor en los dos años siguientes y, a partir del año 2012, disminuyó su

participación hasta finalizar el periodo con un número de patentes PCT en biotecnología 30,7% menor respecto a 2007.

Los dos países que inician el periodo en cuarta y quinta posición son los que tienen un mayor crecimiento. Con un crecimiento del 18,9% de patentes PCT publicadas en el área respecto a 2007 para Francia y el doble de patentes para Corea del Sur (362), en el año 2013 Alemania, Francia y Corea prácticamente igualan posiciones.

Por último, el **Gráfico 9** ilustra la evolución de los primeros cinco países con patentes PCT referidas a invenciones en TIC. Si bien Estados Unidos es el país con mayor cantidad de patentes publicadas a lo largo de los seis años bajo análisis, la evolución de las patentes publicadas nos muestra que su ventaja respecto al resto de los principales países patentadores en TIC se ve disminuida frente al crecimiento del patentamiento iaponés.

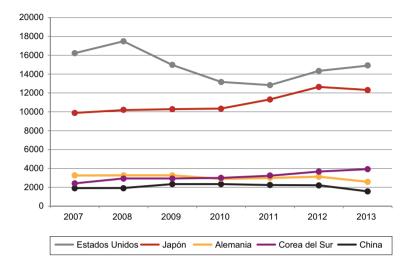
El volumen de patentes de titulares de Estados Unidos comienza a caer entre el año 2008 y 2010 disminuyendo en un 20% la cantidad de patentes en TIC. Si bien a partir de ese año el número de patentes de titulares estadounidenses logra recuperarse, en el año 2013 fueron registradas 14.891 patentes, un 9% menos de patentes respecto a 2007.

El segundo puesto es ocupado por Japón, país que incrementó la cantidad de patentes en TIC en un 24,3% pasando de registrar 9.917 invenciones en TIC en 2007 a 12.324 en 2013. Corea del Sur también se destaca en el área de TIC por su fuerte crecimiento. Al final del período, con un aumento del 61,6% en 2013 respecto al 2007, logra posicionarse en el tercer lugar.

Es interesante mencionar el caso de patentes de titulares chinos, ubicados en el quinto puesto. El número de patentes de este país logró crecer un 14,9% hasta 2012 y en el último año sufre una caída de 30,6% con respecto al año anterior, cerrando el período con un 19,6% menos de patentes que en 2007.

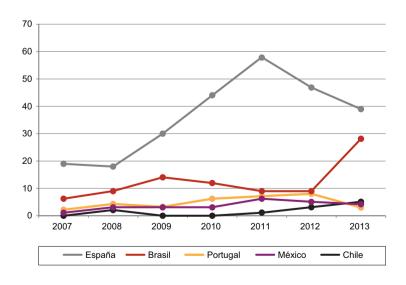
De las tres TPG analizadas, el caso de las patentes en TIC es donde más claramente se puede ver el crecimiento de los países asiáticos.

Gráfico 9. Evolución principales titulares de patentes PCT en TIC según país de origen (2007- 2013)



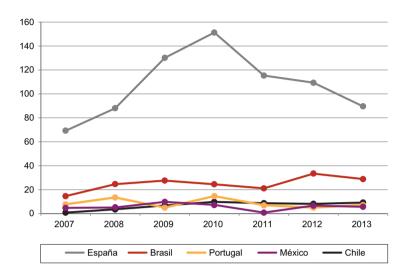
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 10. Evolución principales titulares de patentes PCT de Iberoamérica en nanotecnología según país de origen (2007- 2013)



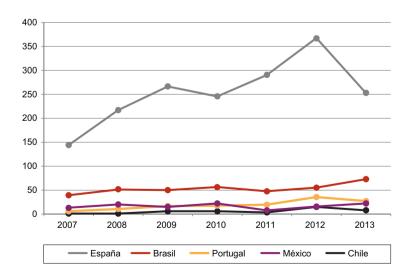
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 11. Evolución principales titulares de patentes PCT de lberoamérica en biotecnología según país de origen (2007- 2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 12. Evolución principales titulares de patentes PCT de Iberoamérica en TIC según país de origen (2007- 2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

A continuación analizaremos la situación del patentamiento de las tres TPG Iberoamérica. El Gráfico 10 brinda un panorama del patentamiento de invenciones vinculadas a la nanotecnología para titulares pertenecientes a países iberoamericanos. Vemos aue las patentes PCT nanotecnología son mucho mayores que el resto de los países iberoamericanos. En el caso de España, cabe destacar el crecimiento que tuvo entre 2008 y 2011, al triplicar la cantidad de patentes con la que inicia la serie (de 19 a 58 patentes publicadas). Brasil mantiene un promedio de 10 patentes hasta el año 2013, en el que aumenta el número de patentes a 28.

En el **Gráfico 11** se observa la evolución de los principales titulares iberoamericanos de patentes PCT en biotecnología. Al igual que lo que ocurre con la nanotecnología, España y Brasil absorben la mayor parte de patentes solicitadas en el periodo. En el 2007 España contó con 69 patentes y, luego de alcanzar un máximo de 151 en 2010, finaliza el periodo bajo análisis con 89 patentes.

El número de patentes en biotecnología de titulares brasileños refleja un crecimiento sostenido a lo largo de los seis años analizados, alcanzando su máximo punto en 2012 con 33 patentes PCT publicadas. Es interesante destacar el crecimiento de Brasil en el área, con un total de 171 patentes para todo el período. La biotecnología ha tenido un importante desarrollo en este país que también se ve reflejado en el aumento de sus publicaciones científicas en SCI (Barrere et al. 2014).

En 2013 las patentes PCT vinculadas a invenciones biotecnológicas de titulares chilenos suman 8, las de portugueses 7 y, por último, las de titulares mexicanos 5.

El patentamiento en TIC dentro de la región iberoamericana tiene un mayor impulso que el resto de las TPG (**Gráfico 12**). España tuvo un desempeño muy positivo al pasar de 145 patentes en 2007 y finalizar el período con 366 y 252 patentes en 2012 y 2013, respectivamente. En el último año, Brasil cuenta con 73 patentes en esta área, seguido por Portugal con 28, México con 22 y Chile con 9.

A continuación, analizaremos la situación del patentamiento de las tres TPG en los países de Iberoamérica. Los **Gráficos 13** y **14** ilustran el total de patentes registradas por países iberoamericanos durante el período 2007 a 2013 en cada área estratégica, lo cual nos ayuda a tener una dimensión de la distribución de patentes en la región. El **Gráfico 13** contiene información sobre aquellos países que alcanzaron más de 25 patentes PCT, teniendo en cuenta la suma de las tres TPG, y el **Gráfico 14** aquellos que cuentan con menos de dicha cantidad.

Podemos ver que los volúmenes de patentes PCT de titulares iberoamericanos son muy dispares. Con un total de 1.782 patentes en TIC, 751 en Biotecnología y 255 en Nanotecnología, España supera ampliamente al resto de los países de Iberoamérica en las tres TPG. De los países de Latinoamérica, se destaca el desarrollo tecnológico de Brasil con 377 patentes PCT en TIC, 171 en Biotecnología y 87 en Nanotecnología en el período comprendido entre 2007 y 2013.

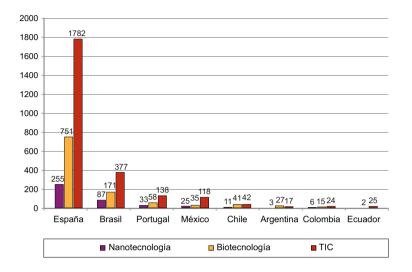
El panorama de la distribución de patentes en Iberoamérica resulta similar al brindado por el análisis de la producción científica de los países de la región. En los últimos años se observó un crecimiento no sólo de la cantidad de publicaciones científicas en SCI sino de la colaboración internacional en la producción de conocimiento en las tres TPG, sin embargo, dicho desarrollo se encuentra liderado en todos los casos por España y Brasil, seguidos a cierta distancia por Portugal, México y Argentina (Barrere et al. 2014).

En el caso del análisis de patentes, vemos que el desarrollo alcanzado por Chile en las tres TPG supera al de Argentina y lo ubica entre los primeros cinco países con mayor cantidad de patentes de Iberoamérica. Esto puede estar reflejando la dificultad del sistema científico argentino para transferir el conocimiento producido en las tres TPG hacia las instituciones del sector productivo.

Si bien la cantidad de solicitudes es muy pequeña, resulta llamativa la especialización de Cuba en biotecnología, con 18 patentes PCT en el área, dando cuenta de los resultados alcanzados por ese país en las ciencias biomédicas y farmacéuticas.

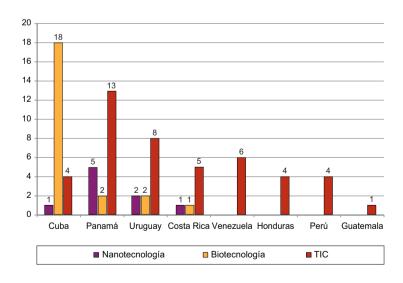
Por otra parte, podemos ver que el mayor número de patentes PCT se concentra en el área de las TIC para la mayoría de los países iberoamericanos, en el caso de los países con menor desarrollo tecnológico relativo esta tendencia se da con mayor intensidad.

Gráfico 13. Patentes por país del titular iberoamericano (acumulado periodo 2007- 2013)



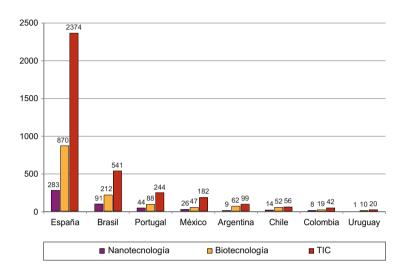
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 14. Patentes por país del titular iberoamericano (acumulado periodo 2007- 2013)



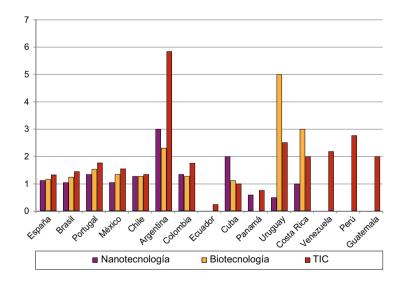
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 15. Patentes por país del inventor iberoamericano (acumulado periodo 2007- 2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 16. Relación inventores/titulares de patentes por país de iberoamérica en periodo 2007- 2013



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Resulta interesante analizar el panorama del patentamiento iberoamericano, teniendo en cuenta el país de origen del inventor de la solicitud de patente presentada. La referencia al inventor en las patentes es un reconocimiento que no implica propiedad sobre la patente, pero en países como los Iberoamericanos, con dificultades para la apropiación de los derechos sobre las invenciones, resulta un dato relevante. Para ello, en el **Gráfico 15**, se observa el total acumulado de patentes por país inventor en Iberoamérica durante el periodo 2007-2013.

Aquí, al igual que lo que sucede con el país de origen de los titulares, España y Brasil concentran gran parte del total de patentes según el origen del inventor. Una de las diferencias encontradas al analizar la distribución de patentes según el origen de los inventores respecto a la distribución según los titulares, es que modifica el orden de los países de acuerdo a su cantidad de patentes. En este sentido, Argentina ocupa el quinto lugar, invirtiendo posición con Chile.

El **Gráfico 16** presenta la relación inventores/titulares donde un valor 1 implica que un país tiene tantos inventores como titulares, mientras que si es mayor a 1 el número de inventores supera al de titulares de patentes PCT.

De esta manera, se puede observar que en los casos de España y Brasil la relación entre inventores y titulares resulta cercana a 1 en las tres TPG. Del **Gráfico 16** se destaca el caso de Argentina donde la relación inventores/titulares es mayor a 1 en las tres TPG: 5,8 en TIC, 3 en nanotecnología y 2,3 en biotecnología. Esta situación podría estar reflejando la existencia de investigadores trabajando exitosamente en estas tecnologías pero la imposibilidad de empresas locales de apropiarse de la invención.

Aunque con volúmenes de patentamiento más bajo, este fenómeno también puede observarse en las patentes PCT relacionadas a invenciones biotecnológicas para Uruguay y Costa Rica con un ratio de 5 y 3 respectivamente.

Analizando el caso inverso, es decir cuando la relación es menor a 1 expresando una mayor cantidad de titulares sobre inventores, se destacan Ecuador y Panamá. El primero con 0,2 en TIC, con 25 titulares y tan sólo 6 inventores, y el segundo con 0,8 en TIC con 13 titulares y 10 inventores.

Por último, y si bien la magnitud de casos es pequeña, puede destacarse el caso de los países que tienen titulares pero no tienen inventores y viceversa. En el primer grupo se encuentra Honduras con cuatro titulares en TIC y ningún inventor. En segundo grupo incluye a Paraguay y Bolivia, ambos con un inventor y sin titulares.

### 6. Principales titulares de patentes en TPG

Bajo este el comportamiento del patentamiento PCT de acuerdo al país de origen de los titulares en el Gráfico 17 se incluyen los principales titulares de patentes del mundo en nanotecnología en el periodo 2007-2013. La Universidad de California lidera el ranking con 280 solicitudes, seguida por 3m Innovate Properties CO, con un 16,4% menos de solicitudes, ambas de origen estadounidense. En el tercer puesto, con un 30,3% de patentes menos, se encuentra el Centro Nacional para la Investigación Científica de Francia. En sintonía con la descripción de cantidad de patentes de acuerdo al origen del titular, se observa una fuerte presencia de Estados Unidos con 8 instituciones dentro de las 15 principales.

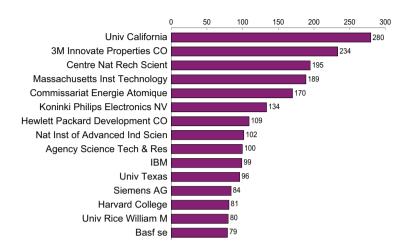
Si analizamos cuáles son los principales titulares de patentes en biotecnología, la Universidad de California también lidera el ranking con 641 patentes PCT solicitadas con un número 55,9% mayor al del segundo titular de origen suizo: Hoffmann la Roche.

En el tercer puesto se encuentra el Instituto Nacional de Salud e Investigación Médica de Francia con 354 patentes, seguido por Novozymes AS de origen dinamarqués con 331 patentes. En el quinto puesto aparece el Centro Nacional para la Investigación Científica de Francia con 330 patentes. Al igual que la Universidad de California, este centro aparece dentro de los principales titulares tanto en nanotecnología como en biotecnología.

Por último, el **Gráfico 19** presenta a los principales titulares de invenciones vinculadas a TIC. Aquí podemos observar una mayor participación de empresas de origen asiático respecto a otras TPG.

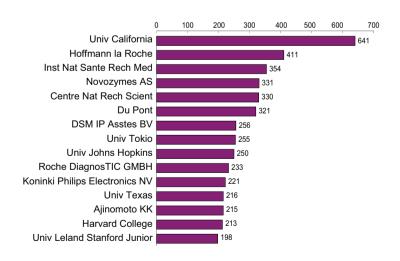
Lideran el ranking la compañía china Huawei Tech Co LTD, con 7.811 patentes durante todo el período, seguida de la empresa japonesa Panasonic Corp. con 6.860 patentes PCT. En el tercer puesto, con 6.781

Gráfico 17. Principales titulares de patentes del mundo en nanotecnología en periodo 2007- 2013



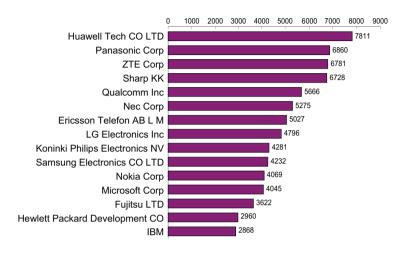
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 18. Principales titulares de patentes del mundo en biotecnología en periodo 2007- 2013



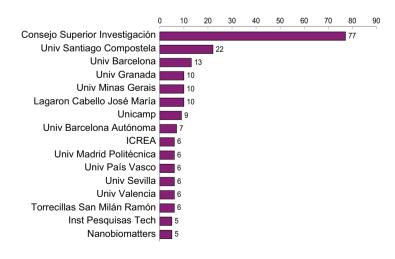
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Grafico 19. Principales titulares de patentes del mundo en TIC en periodo 2007- 2013



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Gráfico 20. Principales titulares de patentes de Iberoamérica en nanotecnología en periodo 2007- 2013



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

patentes, se ubica ZTE corp también de origen chino y en el cuarto aparece Sharp KK con 6728 patentes PCT de origen japonés. Recién en el quinto lugar, con 5666 patentes, se ubica una compañía estadounidense: Qualcomm inc.

Es interesante señalar que, a diferencia de lo que observamos en patentes relacionadas a las otras dos áreas analizadas, en el caso de las TIC no aparece ninguna universidad entre los quince primeros titulares.

Ahora veamos cuáles son los titulares con mayor desarrollo tecnológico en Iberoamérica, según la solicitud de patentes internacionales. En el **Gráfico 20** se incluyen los titulares iberoamericanos de patentes vinculadas a la nanotecnología, ordenados de acuerdo al volumen de patentes PCT publicadas durante todo el periodo.

Debido al liderazgo de España y Brasil en materia de patentamiento de invenciones de las tres TPG en la región, los quince primeros organismos pertenecen a estos países.

En el caso de nanotecnología el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC) lidera el ranking con 77 titularidades, muy por encima de los siguientes titulares con 22 patentes PCT en nanotecnología para la Universidad de Santiago de Compostela y las 13 patentes solicitadas por la Universidad de Barcelona. En el cuarto puesto (con la misma cantidad de patentes que la Universidad de Granada) aparece un organismo brasileño, la Universidad de Minas Gerais, la cual cuenta con 10 patentes en el período.

Al igual que lo que ocurre en nanotecnología, en biotecnología el ranking de los primeros quince titulares según la cantidad de patentes PCT tramitadas, se encuentra compuesto por instituciones de origen español y brasileño (Gráfico 21). En el primer puesto se destaca nuevamente el CSIC con 164 patentes PCT. Es seguido por Proyecto Biomedicina CIMA SL, una entidad titular de todas las patentes que resultan de la investigación realizada en el Centro de Investigación de Medicina Aplicada en Pamplona, Navarra. En el tercer puesto, ambas con 17 patentes PCT en el área, encontramos a la Universidad de Madrid y Unicamp, el mayor titular no español. Siendo titular de 13 patentes, en la decimosegunda posición, aparece el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina.

Por último, en el **Gráfico 22** se observan las titularidades de patentes iberoamericanas relacionadas a invenciones en TIC. El primer titular es Telefónica S.A., la empresa multinacional española de telecomunicaciones, con 164 patentes; seguida por el CSIC con 160 patentes en el área. El liderazgo de este centro de investigación es muy marcado al concentrar la mayor parte del patentamiento iberoamericano con 401 patentes en las tres TPG. Ya con un volumen menor de patentes, se ubican las Universidades Politécnicas de Madrid y Cataluña y la Universidad de Sevilla.

A diferencia de lo observado a nivel mundial donde los quince principales titulares de patentes PCT en el área correspondían exclusivamente a empresas, en Iberoamérica las universidades y centros de investigación también aparecen como actores clave en el desarrollo tecnológico en TIC.

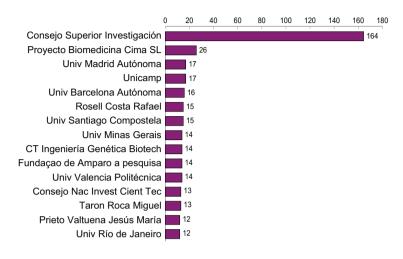
Teniendo en cuenta que el sector empresarial tiene una menor participación en la ejecución y financiamiento de las actividades de I+D en lberoamérica, en comparación a su incidencia en países de mayor desarrollo económico relativo, es esperable que las universidades y centros de investigación públicos tengan un papel importante en el patentamiento a nivel regional.

## 7. Los campos de aplicación de las TPG

En este apartado analizaremos la situación del patentamiento de las tres TPG en el mundo y en Iberoamérica según los principales codigos de clasificación definidos por OMPI, los cuales permiten identificar y diferenciar a las patentes según el sector de la tecnología a la que pertenecen. En los gráficos las barras azules representan el porcentaje de patentes clasificadas bajo cada código respecto del total de patentes de cada TPG en el mundo y la línea roja refleja la incidencia de cada uno de los códigos sobre cada área de patentes con titulares iberoamericanos.

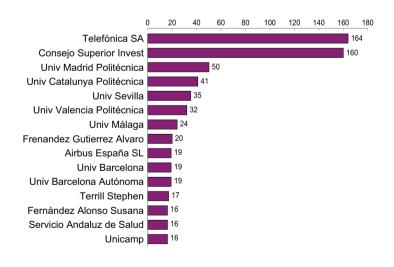
El **Gráfico 23** presenta a los principales codigos de clasificación para nanotecnología en el periodo 2007 - 2013. Los códigos con mayor presencia dentro del total de patentes en nanotecnología son H01L y A61K, representando el 14,1% y el 12,8 de patentes a nivel mundial. El primero refiere al estudio de semiconductores y en él, Estados Unidos con 982 y Japón con 477 patentes publicadas,

Grafico 21. Principales titulares de patentes de Iberoamérica en biotecnología en periodo 2007- 2013



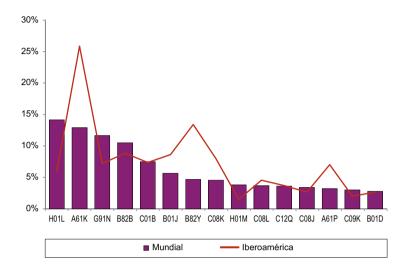
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Grafico 22. Principales titulares de patentes de Iberoamérica en TIC en periodo 2007- 2013



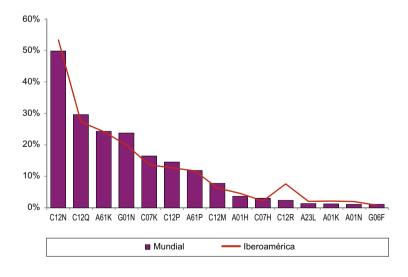
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI

Grafico 23. Principales codigos de clasificación (4 digitos) en el mundo e Iberoamérica para nanotecnología



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI Nota: Los porcentajes refieren a la cantidad de patentes clasificadas en cada código respecto al acumulado de patentes PCT en nanotecnología para el período 2007-2013.

Grafico 24. Principales codigos de clasificación (4 digitos) en el mundo e Iberoamérica para biotecnología (acumulado 2007-2013)



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI Nota: Los porcentajes refieren a la cantidad de patentes clasificadas en cada código respecto al acumulado de patentes PCT en biotecnología para el período 2007-2013.

son los países con mayor presencia en esta clasificación. El código A61K se encuentra orientado a preparados médicos, dentales o aromatizantes y si analizamos los países de origen de los titulares de patentes asociadas a esta clasificación, vemos que Estados Unidos tiene la mayor cantidad de patentes PCT (con 886 patentes frente a 130 de Corea del Sur como segundo titular).

Las patentes iberoamericanas también se encuentran clasificadas mayoritariamente en este código, sostenido por una fuerte participación de titulares españoles. España cuenta con la mayor cantidad de patentes en esta clasificación en Iberoamérica y en el mundo, ubicándose en el séptimo puesto a nivel mundial con 58 patentes. Se da cuenta así de cierta especialización de la región en la industria farmacéutica dentro de los desarrollos en nanotecnología.

Adicionalmente, en Iberoamérica se destaca el código B82Y referido a usos específicos o aplicaciones de nanoestructuras. Si bien a nivel mundial este código no tiene tanta incidencia, en la región representa el segundo más importante. España es titular de 43 patentes bajo esta clasificación, ubicándose en el cuarto puesto a nivel mundial, con una patente menos que Corea del Sur, aunque bastante alejado de Japón con 124 patentes y Estados Unidos con 220.

En el Gráfico 24 se presentan la cantidad de patentes acumulada para el período según sus códigos de clasificación en biotecnología. Bajo el código de clasificación C12N (relacionado al estudio de microorganismos o enzimas) se encuentran clasificadas más de la mitad de las patentes PCT en el área a nivel mundial e iberoamericano, representando 50% y 53% respectivamente. A nivel mundial, 4.853 patentes corresponden a titulares de origen estadounidense clasificados en este código y 2.251 para titulares japoneses. España, el primer iberoamericano, se encuentra recién en el puesto número 14 del ranking con 144 patentes.

Resulta llamativo que bajo el código C12R, el cual se encuentra asociado a investigación en química y metalúrgica, se encuentran clasificadas el 7% de las patentes iberoamericanas y tan sòlo el 2% de las patentes a nivel mundial. Aquí España se encuentra en el puesto 6 con 50 patentes, aunque aún muy lejos de los principales países: Estados Unidos, Japón y Corea del Sur con 248, 246 y 236 respectivamente.

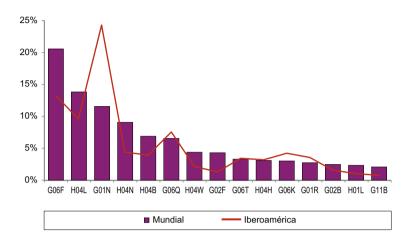
Finalmente, en el Gráfico 25, se observan los principales códigos de clasificación en TIC para el mundo y para Iberoamérica durante el período. Allí podemos observar que las patentes a nivel mundial se encuentran clasificadas mayoritariamente bajo los códigos G06F y H04L. El primero refiere al procesamiento de datos y con este código han sido clasificadas la quinta parte invenciones en TIC en proceso patentamiento, actividad en la que Estados Unidos ha logrado desarrollarse mucho siendo titular de 30.623 patentes PCT. Dicho desarrollo es seguido por el esfuerzo realizado por Japón con algo menos de la mitad de patentes (14.280). El 14% de las patentes PCT publicadas en TIC refieren al código H04L, relacionado a la transmisión de información digital. Allí las patentes con titularidad de Estados Unidos tienen mayor incidencia con 11.316 patentes, seguidas por Corea del Sur con 10.855 patentes y Japón con menos de la mitad del volumen de patentes con 4.973 documentos publicados.

El 24% de las patentes de titulares iberoamericanos son clasificadas bajo el código G01N, referido a investigación o análisis de materiales para determinar sus propiedades físicas y químicas, siendo España el país con mayor presencia con 435 patentes.

Ahora veremos un poco más en detalle la especialización tecnológica en Iberoamérica, al analizar la composición comparada de campos de aplicación (a cuatro dígitos de la clasificación IPC) de la región y sus principales países en las tres TPG, considerando el volumen de patentes acumulado entre 2007 y 2013.

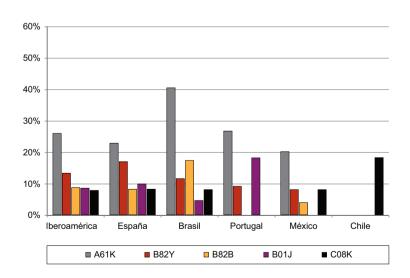
En el **Gráfico 26** se ilustra la especialización en nanotecnología. Sobre un total de 423 patentes PCT publicadas de titulares iberoamericanos, el 26% de éstas corresponden al código A61K (referido a preparados médicos, dentales o aromatizantes), el 13% al código B82Y (relacionado a usos específicos o aplicaciones de nanoestructuras),

Grafico 25. Principales codigos de clasificación (4 digitos) en el mundo e Iberoamérica para TIC



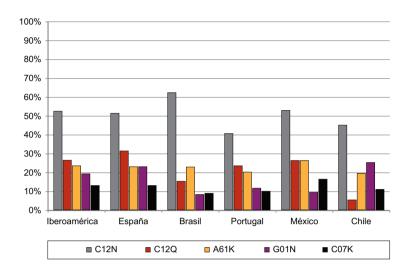
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI Nota: Los porcentajes refieren a la cantidad de patentes clasificadas en cada código respecto al acumulado de patentes PCT en TIC para el período 2007-2013.

Grafico 26. Especialización tecnológica a partir de los principales códigos de clasificación (4 dígitos) en Iberoamérica para nanotecnología



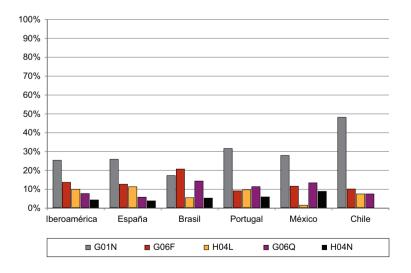
Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI Nota: Los porcentajes fueron calculados considerando el peso de cada código respecto al total de patentes en nanotecnología durante el período 2007-2013 para Iberoamérica y países seleccionados.

Grafico 27. Especialización tecnológica a partir de los principales códigos de clasificación (4 dígitos) en Iberoamérica para biotecnología



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI Nota: Los porcentajes fueron calculados considerando el peso de cada código respecto al total de patentes en biotecnología durante el período 2007-2013 para Iberoamérica y países seleccionados.

Grafico 28. Especialización tecnológica a partir de los principales códigos de clasificación (4 dígitos) en Iberoamérica para TIC



Fuente: Elaboración propia en base a Intelligo sobre datos de patentes publicadas de OMPI Nota: Los porcentajes fueron calculados considerando el peso de cada código respecto al total de patentes en TIC durante el período 2007-2013 para Iberoamérica y países seleccionados. el 9% a los códigos B82B (relacionado a la fabricación o tratamiento de nanoestructuras a través de la manipulación de átomos o moléculas) y la clasificación B01J (vinculado a procesos químicos o físicos).

Si bien la clasificación A61K concentra la mayor cantidad de patentes en la región, se ven algunos matices al considerar que el 40% de las patentes brasileñas fueron clasificadas bajo este código. En el resto de los casos, esta clasificación corresponde al 23% de España, el 27% de Portugal, 20% de México.

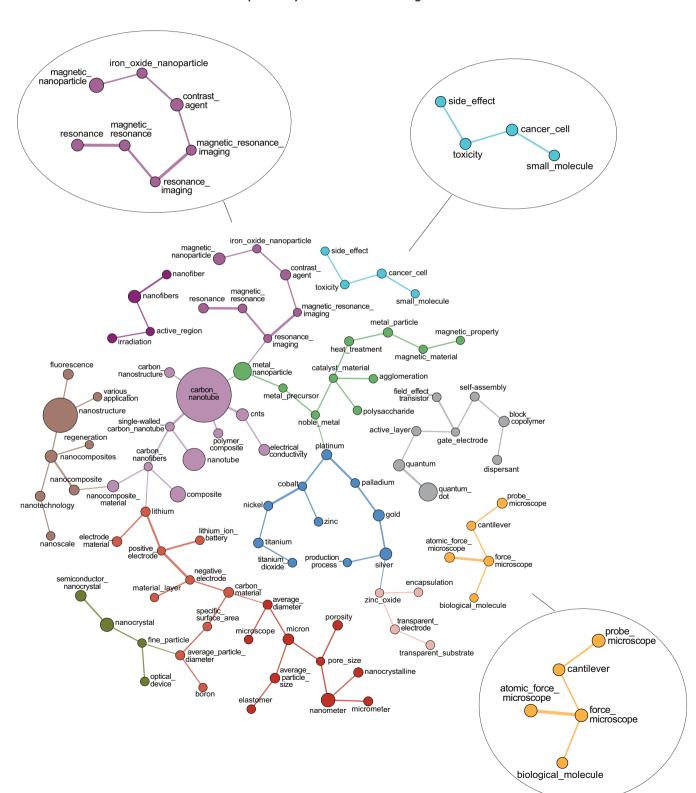
En el **Gráfico 27**, se observa la especialización tecnológica en biotecnología. Allí vemos que el código C12N, referido al estudio de microorganismos o enzimas, concentra un 53% del total de las patentes iberoamericanas, siendo incluso aun superior en Brasil, donde representa el 63%.

Finalmente, en el **Gráfico 28**, se presenta la especialización tecnológica en TIC a partir de los principales codigos de clasificación de las patentes iberoamericanas. El código G01N, investigación o análisis de materiales para determinar sus propiedades fisicas y quimicas, aglutina un 24% del total de las patentes iberoamericanas. El segundo código es G06F (referido al procesamiento de datos) y representa el 13% del total. Esta clasificación se destaca en el caso de las patentes de Brasil, al agrupar el 20% de patentes de ese país.

#### 8. Conceptos

A partir de la herramienta Intelligo se han desarrollado una serie de mapas que permiten identificar los conceptos que aparecen en la descripción de las invenciones en proceso de patentamiento registradas en OMPI, en las tres áreas aquí analizadas. En estos mapas, el tamaño de los círculos indica la cantidad de menciones de cada concepto, las líneas marcan la vinculación entre los mismos y los diferentes colores representan clústeres, es decir, agrupan conceptos que suelen investigarse en conjunto.

Grafico 29. Mapa conceptual de la nanotecnología a nivel mundial



Si observamos el mapa de conceptos de nanotecnología a nivel mundial, identificamos que los nanotubos de carbono, estructuras tubulares muy estudiadas por sus aplicaciones dentro de la química y su utilización en innovaciones tecnológicas, son el concepto con mayor presencia. En segundo lugar, se destacan las nanoestructuras.

De acuerdo al tamaño de los círculos, el resto de los conceptos muestra un volumen similar de menciones. A

continuación, haremos foco en algunos conceptos de manera de identificar temas específicos contenidos en la descripción de las patentes publicadas.

Uno de ellos es el desarrollo tecnológico vinculado a microscopios de fuerza atómica, los que resultan de vital utilidad para la nanotecnología, ya que permiten la visualización de muestras a dimensiones nanométricas. Otro tema de es la investigación médica, orientada tanto a la detección de células cancerígenas como al tratamiento de las mismas.

Grafico 30. Mapa conceptual de la nanotecnología a nivel iberoamericano

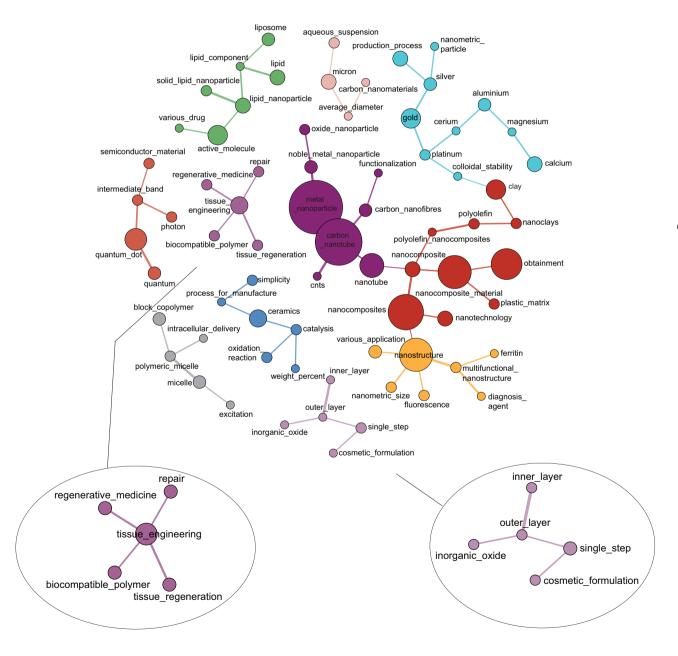
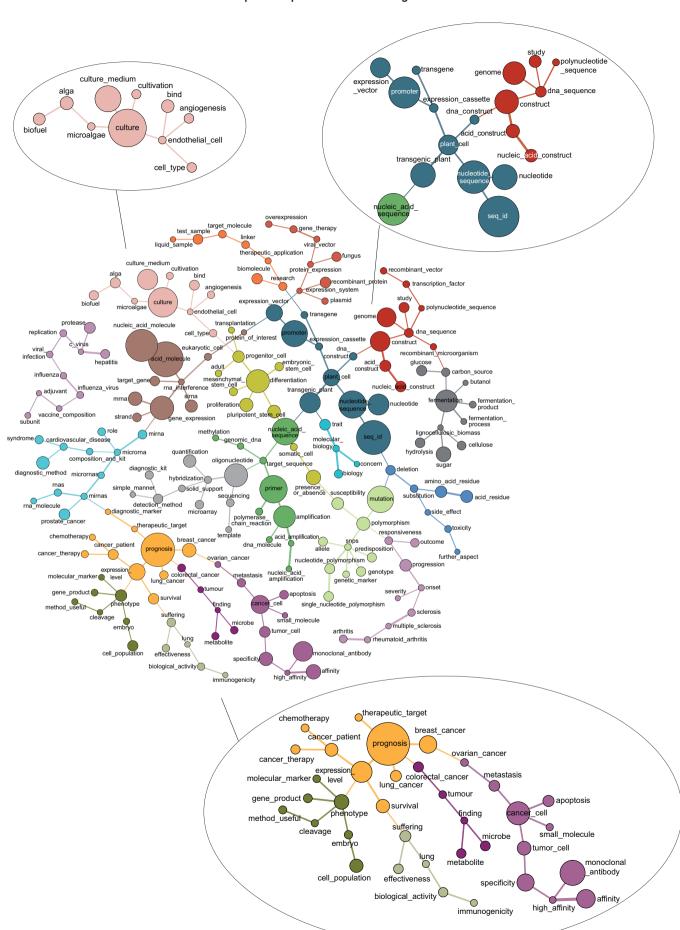


Grafico 31. Mapa conceptual de la biotecnología a nivel mundial



Si observamos el mapa de conceptos en nanotecnología teniendo en cuenta sólo los países de Iberoamérica, nos encontramos con que los nanotubos de carbono también aparecen como el concepto más frecuente, estrechamente vinculado con nano partículas de metal y nanofibras.

Sin embargo, un ítem que toma relevancia en lberoamérica y que a nivel mundial no parece tener una presencia tan marcada, son los conceptos vinculados al desarrollo de productos vinculados a la estética corporal, tanto referidos a cosmética como a medicina regenerativa. Esto puede estar mostrando un área de especialización del volumen aún incipiente de patentes PCT de titulares iberoamericanos.

Otra de las diferencias entre el mapa iberoamericano y el mundial, es la desconexión observada entre clusters de conceptos. Teniendo en cuenta que el número de patentes totales de la región es relativamente bajo, esta desconexión puede llegar a interpretarse como un indicio de la existencia de nichos específicos en el desarrollo tecnológico iberoamericano cuya protección industrial resulta estratégica, a pesar de no ser un proceso ampliamente recurrente en la región.

Si observamos el mapa mundial de conceptos de biotecnología nos encontramos con que, a diferencia de lo que refleja el mapa de conceptos de nanotecnología, el campo de aplicación de la biotecnología se encuentra mucho más diversificado con un desarrollo importante en diferentes áreas. Entre los conceptos más destacados se encuentran el referente a pronósticos médicos, orientados a la detección de células cancerígenas en distintos órganos o partes del cuerpo; el de cultivo de tejidos vegetales los cuales tienen mucha utilidad para la producción de fertilizantes y para la alimentación de animales y aquellos referentes al estudio de secuencias de ADN y la modificación genética de organismos.

El mapa de conceptos presentes en las patentes PCT en biotecnología de titulares iberoamericanos posee muchas similitudes respecto al mapa a nivel mundial, destacándose principalmente el cultivo de tejidos vegetales, el estudio de pronóstico para distintos tipos de cáncer y los promotores, es decir las regiones de ADN que promueven la transcripción de genes. Al parecer, en el caso de la biotecnología, se siguen patrones similares al patentamiento a nivel mundial, aunque con un nivel de desarrollo mucho menor.

Finalmente, en el mapa conceptual de TIC a nivel mundial se destaca el estudio de cristales líquidos, los cuales poseen gran variedad de aplicaciones tecnológicas. Otra dimensión que se destaca en el mapa refiere a las relaciones cliente-servidor, enfocadas tanto a la realización de transacciones económicas via web (ecommerce) como a la transmisión de datos a través de las redes (ya sea redes sociales, streaming, etc).

Otro concepto con gran presencia en el mapa es el de metadata, es decir, información estructurada que describe el contenido y características de los datos. La importancia de investigar al respecto reside en encontrar perfiles diferenciados de usuarios a los cuales se les puedan realizar ofrecimientos más personalizados.

En iberoamérica, el mapa de conceptos muestra mucha menos especificidad, la vanguardia de la innovación tecnológica no aparece en la región.

Sin embargo, la investigación sobre tecnologías para el diagnóstico de enfermedades parece tener una presencia destacada. Si bien esta temática también aparece a nivel mundial, no alcanza el mismo nivel de importancia que en el caso de las patentes iberoamericanas en TIC. También se destaca el desarrollo de aplicaciones para sitios web, especialmente referidas a redes sociales y transacciones económicas.

Grafico 32. Mapa conceptual de la biotecnología a nivel iberoamericano

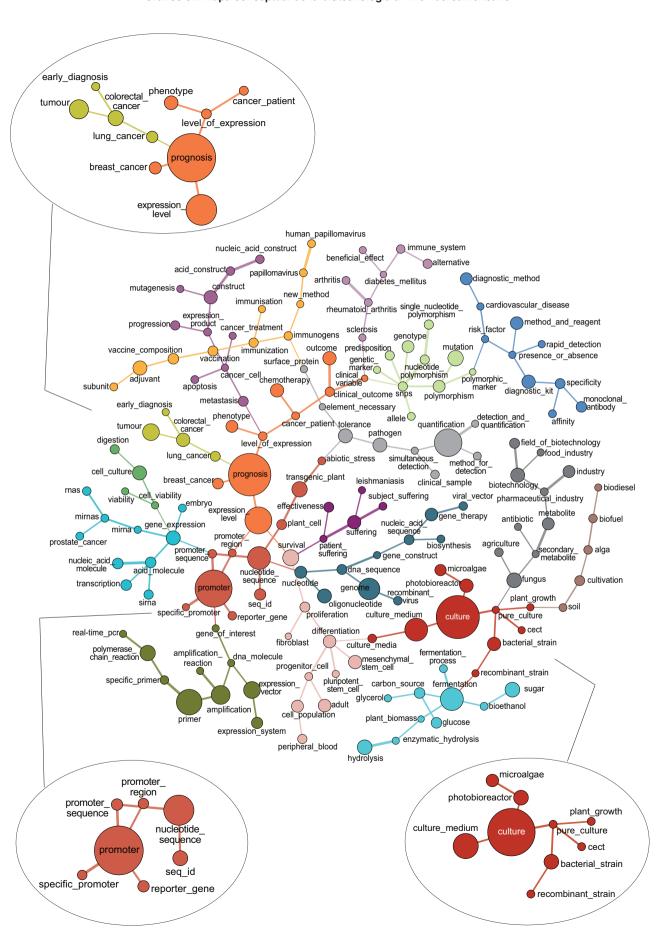


Grafico 33. Mapa conceptual de las TIC a nivel mundial

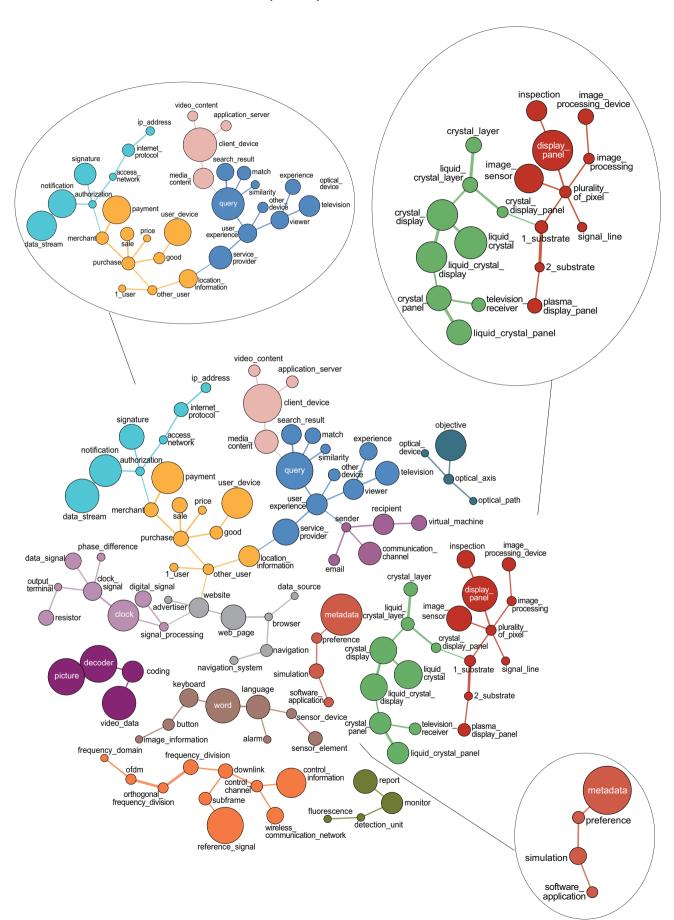
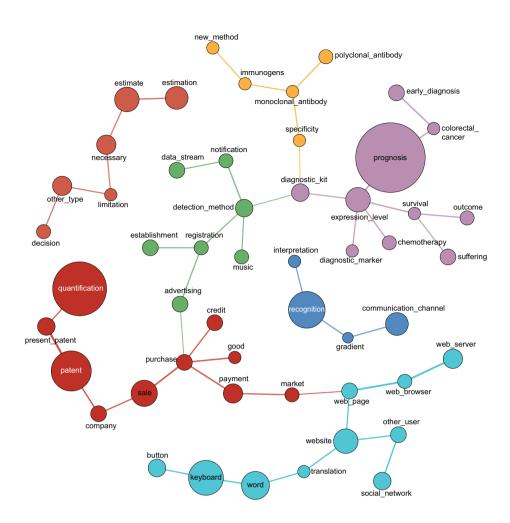


Grafico 34. Mapa conceptual de las TIC a nivel iberoamericano



#### 9. CONCLUSIONES

El interés por las TPG, en particular la nanotecnología, la biotecnología y las TIC, como tecnologías con el potencial de facilitar el desarrollo económico de los países, está muy presente en los gobiernos Iberoamericanos. Muchos de ellos tienen políticas específicas para promover la investigación en estas áreas y su aplicación en la industria. Sin embargo, el panorama brindado por el patentamiento a nivel internacional, como reflejo de desarrollos tecnológicos de frontera, muestra un proceso aún incipiente en la región.

Si bien en este informe se ha observado un crecimiento acelerado de las patentes registradas por titulares iberoamericanos, es importante considerar que su cantidad es escasa en el contexto internacional. Del volumen mundial de patentes PCT publicadas durante el período 2007-2013 en las tres TPG, el número de patentes de titulares iberoamericanos representa tan sólo el 3% en

nanotecnología, el 2% en biotecnología y el 1% en TIC, valores menores a la participación de la región en la inversión mundial en I+D y en la indexación de artículos científicos en las principales bases de datos bibliográficas internacionales.

Por otra parte, este fenómeno de expansión del patentamiento regional en TPG se da en un contexto en el que a nivel mundial estas tecnologías registran una desaceleración. El patentamiento global en las tres TPG analizadas, a pesar de tener altibajos, muestra un crecimiento menor al total de las patentes PCT entre 2007 y 2013. Las patentes en nanotecnología crecieron un 13%, las de TIC y 7% y las de biotecnología descendieron un 13%, frente al crecimiento del 15% en el total de los registros PCT publicados.

Otro fenómeno importante en Iberoamérica es la concentración de las capacidades. La distribución de esas patentes dentro de la región es muy desigual, al

concentrarse en España y, en menor medida, en Brasil. Ese fenómeno de concentración es aún más marcado que en otros indicadores de ciencia y tecnología disponibles. crecimiento especialmente en nanotecnología y TIC. Brasil también se destaca por un fuerte incremento de sus patentes en nanotecnología, sobre todo en los últimos años.

El desarrollo de cada una de las TPG aquí analizadas también es desigual entre los países de la región. Hemos podido ver que el mayor número de patentes PCT se concentra en el área de las TIC para la mayoría de los países iberoamericanos, en el caso de los países con menor desarrollo tecnológico relativo esta tendencia se da con mayor intensidad. Posiblemente, esto es por tratarse de una tecnología más madura v con mayores capacidades arraigadas en la región.

Este informe también brinda pistas sobre el bajo dinamismo del sector privado en Iberoamérica. Los titulares de patentes en las TPG de los países Iberoamericanos son, en su gran mayoría, organismos de I+D y universidades. Las empresas no tienen una presencia destacada, mostrando dificultades para involucrarse en el desarrollo tecnológico que quedaría plasmado en su apropiación de los resultados mediante patentes. Otras fuentes de información disponibles, como las encuestas de innovación tecnológica de la región, señalan que principalmente en América Latina innovan mediante la adquisición de bienes de capital y no mediante la realización de I+D.

Otro indicio de la debilidad de las empresas puede verse en la relación entre inventores y titulares de patentes en cada país. En los casos de España y Brasil la relación entre las patentes con presencia de inventores locales por cada registro con presencia de titulares de ese país resulta cercana a 1 en las tres TPG. Sin embargo, en otros países es mucho más frecuente la participación entre los inventores que entre los titulares. Se destaca el caso de Argentina, donde los inventores participan en 6 patentes por cada una de titularidad de ese país en TIC, 3 en nanotecnología y 2,3 en biotecnología. Esta situación podría estar reflejando la existencia de investigadores trabajando exitosamente en estas tecnologías pero la imposibilidad de empresas locales de apropiarse de la invención.

Si tenemos en cuenta que la región ha experimentado un crecimiento importante en la producción científica en éstas tres TPG, triplicando la cantidad de publicaciones científicas en nanotecnología entre el año 2000 y 2013 y llegando a duplicar su producción en el caso de la biotecnología y TIC en el mismo período (Barrere et al. 2014), podemos sostener que uno de los claros desafíos que se le presenta al conjunto de países de Iberoamérica es el de potenciar las conexiones entre academia y producción. En informes previos, se ha señalado que dicha sinergia permitiría la ejecución de proyectos conjuntos de investigación y desarrollo dirigidos a la realización de productos que permitan consolidar las pequeñas y La nanotecnología, la biotecnología y las TIC, han tenido un impacto fuerte en la industria y un potencial importante en el desarrollo económico y social a nivel global. Se trata de un conjunto de tecnologías que han abierto oportunidades nuevas en la economía, al punto de que el desarrollo de algunos países ha estado apoyado en el control de ciertos nichos de mercado gracias a industrias donde la disponibilidad de conocimiento en estas áreas es central. En ese sentido, las TPG pueden ser para Iberoamérica una puerta al desarrollo, pero también un territorio en el que se profundice la brecha entre los países de la región y aquellos más avanzados. Los sistemas de ciencia y tecnología de la región están en una posición crítica para maximizar los beneficios relacionados con estas tecnologías y disminuir esa brecha. Resulta indispensable trabajar en el desarrollo de políticas que incentiven la aplicación de las tecnologías disponibles a los problemas de las industrias locales y las demandas de las sociedades iberoamericanas.

#### **Bibliografía**

Barrere, Rodolfo; D'Onofrio, María Guillermina; Matas, Lautaro; Ferrandiz García, Francisco; Bilen, Marcos; Romanowski, Victor; "La biotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias"; en "El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2009", RICYT, Buenos Aires: 2009.

Barrere, Rodolfo; D'Onofrio, María Guillermina; Matas, Lautaro; Jacovkis, Pablo; "Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Iberoamérica. Situación actual y tendencias"; en "El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2011", RICYT, Buenos Aires; 2011.

Barrere, Rodolfo; D'Onofrio, María Guillermina; Matas, Lautaro; Marcotrigiano, Gerardo; Salvarezza, Roberto; Briones Fernandez-Pola, Fernando; "La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias"; en "El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2008", RICYT, Buenos Aires; 2008.

Barrere, Rodolfo; Liscovsky, Rodrigo; Paredes, Diego; Trama, Laura; "Las tecnologías de propósito general en Iberoamérica. Situación actual y tendencias comparadas de la I+D en nanotecnología, biotecnología y TIC"; en "El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2014", RICYT, Buenos Aires; 2014.

Friedewald, M; Roloff, N; Heinze, T; Dominguez-Lacasa, I; Reiss, T; Nanowissenschaften und Nanotechnologien in Österreich – Eine Fakten- und Potenzialanalyse im internationalen Vergleich. Unveröffentlichter Abschlussbericht an die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH, Karlsruhe; 2006.

Gambardella, A; McGahan, A; "General Purpose Technologies and the Implications for Industry Structure"; *Long Range Planning*; 2010.

OECD; A Framework for Biotechnology Statistics; OECD; París; 2005.

OECD; Guide to measuring the information society; OECD; París; 2009.

RICYT; Metodología para la medición de la I+D en áreas prioritarias; Documento de Trabajo; RICYT; Buenos Aires; 2010.

#### Anexo 1. Estrategia de búsqueda para nanotecnología

(ti:(NANOMETER OR NANOMETRE OR NM OR SUBMICRO) + ti:(CHIP OR ELECTRON OR ENGINEERING OR DIAMETER OR SIZE OR LAYER OR SCALE OR ORDER OR RANGE OR DIMENSIONAL)) - (ti:(WAVELENGTH OR ROUGHNESS OR ABSORB)) OR (((((NANOMETER\* OR NANOMETRE\* OR NM OR SUBMICRO\*) <near/1> (CHIP\* OR ELECTRON\* OR ENGINEERING OR DIAMETER OR SIZE\* OR LAYER\* OR SMALL\* OR SCALE OR ORDER OR RANGE OR DIMENSIONAL)) AND NOT (WAVELENGTH\* OR ROUGHNESS OR ABSORB\*)))) OR

(((((NANOMETER\* OR NANOMETRE\* OR NM OR SUBMICRO\*) <near/2> (CHIP\* OR ELECTRON\* OR ENGINEERING OR DIAMETER OR SIZE\* OR LAYER\* OR SMALL\* OR SCALE OR ORDER OR RANGE OR DIMENSIONAL)) AND NOT (WAVELENGTH\* OR ROUGHNESS OR ABSORB\*)))) OR

(((NANOPARTICL\* OR NANO <order> <near/1> PARTICL\*) AND NOT (ABSORB\* OR INK OR POLISH\*))) OR (((NANOANALY\* OR NANOBAR\* OR NANOBOT\* OR NANOCAGE\* OR NANOCHANNEL\* OR NANOCERAMIC OR NANOCHANNEL\* OR NANOCHANNEL\* OR NANOCOMPUT\* OR NANOCOMPOS\* OR NANOCONDUCT\* OR NANOCRY OR NANOCRYSTAL\* OR NANODEVICE\* OR NANODES))) OR

(((NANODIMENSIONAL OR NANODISPERS\* OR NANODOMAIN\* OR NANODROP\* OR NANOENGIN\* OR NANOELECTR\* OR NANOFABRIC\* OR NANOFATURE\* OR NANOARRAY\* OR NANOBIO\* OR NANOREACT\* OR NANOCATAL\* OR NANOPHOTO\* OR NANOHOL\* OR NANOPIT\* OR NANOPILLAR\*))) OR

 $(((NANOGAP^*\ OR\ NANOGEL\ OR\ NANOGLASS^*\ OR\ NANOGRAIN^*\ OR\ NANOGRANULAR\ OR\ NANOGRID^*\ OR\ NANOINSTRUCTIONS\ OR\ NANOILLUMINATION)))) \quad OR$ 

(((NANOLAYER\* OR NANOLITHO\* OR NANOMACHIN\* OR NANOMANIPULATOR\* OR NANOMAGNET\* OR NANOMATERIAL\*)))
OR

(((NANOMECHANICAL OR NANOMEMBRANE OR NANOMETRIC\* OR NANOMICR\* OR NANOMOTOR\* OR NANOPEPTID\* OR NANOPHASE\* OR NANOPHOTOLITHOGRAPHY OR NANOPIPEL\* OR NANOPLOTTER\* OR NANOPOWDER\* OR NANOSENSOR\* OR NANOSCALE\* OR NANOARCHITECTURE OR NANOPATTERN OR NANOCAVITIY))) OR

(((NANOPOR\* OR NANOPRINTING OR NANOPROBES OR NANOPROCESS\* OR NANOPROGRAM\* OR NANORIBBONS OR NANOROD\* OR NANOROPE\* OR NANOSCIEN\* OR NANOSCOP\* OR NANOSCRATCHING OR NANOSEMICONDUCTOR\* OR NANOSENS\* OR NANOSEQUENCER OR NANOSILIC\* OR NANOSILVER OR NANOSIZ\*))) OR (((NANOSPHER\* OR NANOSPREADING OR NANOSTATS OR NANOSTEP\* OR NANOSTRUCT\* OR NANOSUBSTRATE OR NANOSUSPENSION OR NANOSWITCH\* OR NANOSYST\* OR NANOTECHNOLOG\* OR NANOTEXTUR\* OR NANOTIPS OR NANOTRIBOLOGY OR NANOTROPES OR NANOTUB\* OR NANOWIRE\* OR NANOWHISK\*))) OR

(((NANOTOPOGRAPHY OR NANOCHEMISTRY OR NANOREGOGNITION OR NANODOT OR NANOPUMP\* OR NANOCAPS\*))) OR ((SCANNING PROBE MICROSCOP\* OR SCANNING TUNNEL\* MICROSCOP\* OR SCANNING FORCE MICROSCOP\* OR ATOMIC FORCE MICROSCOP\* OR NEAR FIELD MICROSCOP\*)) OR

((FUNCTIONALLY COATED SURFACE\*) AND NANO\*) OR

(((BIOCHIP OR BIOSENSOR) AND (A61\* OR G01N OR C12Q) <in> IC)) OR

((DNA <order> <near/5> CMOS)) OR

(((BACTERIORHODOPSIN OR BIOPOLYMER\* OR BIOMOLECULE\*) AND (G11\* OR G02\* OR G03\* OR G06\*) <in> IC)) OR ((BIOMOLECULAR TEMPLAT\* OR VIRUS <near/2> ENCAPSULATION OR MODIFIED VIRUS)) OR ((NANO\* AND IMPLANT\*)) OR (((PATTERN\* OR ORGANIZED) AND (BIOCOMPATABILITY OR BLOODCOMPATABILITY OR BLOOD COMPATABILITY OR CELL SEEDING OR CELLSEEDING OR CELL THERAPY OR TISSUE REPAIR OR EXTRACELLULAR MATRIX OR TISSUE ENGINEERING OR BIOSENSOR\* OR IMMUNOSENSOR\* OR BIOCHIP OR CELL ADHESION))) OR

((MICRO\*<near/2> NANO\*)) OR

((NANO <order> <near/1> (ARCHITECT\* OR CERAMIC OR CLUSTER\* OR COATING\* OR COMPOSIT\*\* OR CRYSTAL\*))) OR ((NANO <order> <near/1> (DEVICE\* OR DISPERSE\* OR DIMENSIONAL OR DISPERSION\* OR DROP\* OR DROPLET OR ENGINEERING OR ENGINEERED OR ELECTRODES OR ELECTRONIC\*))) OR

((NANO <order> <near/1> (FABRICATED OR FABRICATION OR FILLER\* OR GEL OR GRAIN\* OR IMPRINT OR IMPRINTED OR LAYER\*))) OR

((NANO <order> <near/1> (MACHINE\* OR MANIPULATOR\* OR MATERIAL\* OR MECHANICAL OR MEMBRANE OR METRIC\*))) OR ((NANO <order> <near/1> (PHASE\* OR POWDER\* OR PORE\* OR PORO\* OR PRINTING OR ROD\* OR SCALAR))) OR

((NANO <order> <near/1> (SIZE\* OR SPHER\* OR STRUCTURE\* OR STRUCTURING OR SUSPENSION OR SYSTEM\* OR TECHNOLOG\*))) OR

((NANO <order> <near/1> (TEXTUR\* OR TIPS OR TROPES OR TUB\* OR WIRE\* OR WHISK\*))) OR

((ATOMIC <order> <near/1> LAYER\* OR MOLECULAR TEMPLATES OR SUPRAMOLECULAR CHEMISTRY OR MOLECULAR MANIPULATION)) OR

((QUANTUM DEVICE\* OR QUANTUM DOT\* OR LANGMUIR BLODGETT OR QUANTUM WIRE\* )) OR

(((SINGLE ELECTRON\* TUNNELING OR MOLECUL\* ENGINEER\* OR MOLECUL\* MANUFACTUR\*))) OR

((MOLECUL\* SELF ASSEMBL\* OR ULTRAVIOLET LITHOGRAPHY OR PDMS STAMP OR SOFT LITHOGRAPHY)) OR

((FULLEREN\* OR MOLECULAR MOTOR OR MOLECULAR BEACON OR NANO ELECTROSPRAY OR ION CHANNELS OR MOLECULE CHANNELS)) OR

((LAB <near/3>CHIP)) OR

(((NANOFILT\* OR NANOFIB\* OR NANOFLUID\*) AND ci: (C0\*\* OR A61\* OR B0\*\*))) OR

(((ELECTRON BEAM WRITING) AND ci:(H01L OR H01J))) OR

((ci: MONOLAYER AND (G03G OR H01J))) OR

((ci: THIOL AND H01L)) OR ((( ci: B82B ) OR ( ci: A61K 00951 ) OR ( ci: G01N 01310 ) OR ( ci: (G12B 021 OR G12B 021\*\* OR G12B 021\*\*\* OR G12B 021\*\*\*))))

#### Anexo 2. Estrategia de búsqueda para biotecnología

Códigos IPC	Títulos
A01H 1/00	Processes for modifying genotypes
A01H 4/00	Plant reproduction by tissue culture techniques
A61K38/00	Medicinal preparations containing peptides
A61K 39/00	Medicinal preparations containing antigens or antibodies
A61K 48/00	Medicinal preparations containing genetic material which is inserted into cells of the living body to treat
C02F 3/34	genetic diseases; Gene therapy  Biological treatment of water, waste water, or sewage: characterised by the micro-organisms used
C07G 11/00	Compounds of unknown constitution: antibiotics
C07G 13/00	Compounds of unknown constitution: vitamins
C07G 15/00	Compounds of unknown constitution: hormones
C07K 4/00	Peptides having up to 20 amino acids in an undefined or only partially defined sequence; Derivatives thereof
C07K 14/00	Peptides having more than 20 amino acids; Gastrins; Somatostatins; Melanotropins; Derivatives thereof
C07K 16/00	Immunoglobulins, e.g. monoclonal or polyclonal antibodies
C07K 17/00	Carrier-bound or immobilised peptides; Preparation thereof
C07K 19/00	Hybrid peptides
C12M	Apparatus for enzymology or microbiology
C12N	Micro-organisms or enzymes; compositions thereof
C12P	Fermentation or enzyme-using processes to synthesise a desired chemical compound or composition or to
OTZI	separate optical isomers from a racemic mixture
C12Q	Measuring or testing processes involving enzymes or micro-organisms; compositions or test papers therefor; processes of preparing such compositions; condition-responsive control in microbiological or enzymological
	processes
C12S	Processes using enzymes or micro-organisms to liberate, separate or purify a pre-existing compound or
	composition processes using enzymes or micro-organisms to treat textiles or to clean solid surfaces of materials
G01N 27/327	Investigating or analysing materials by the use of electric, electro-chemical, or magnetic means: biochemical electrodes
G01N 33/53*	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: immunoassay; biospecific binding assay; materials therefore
G01N 33/54*	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: double or second antibody: with steric inhibition or signal modification: with an insoluble carrier for immobilising immunochemicals:
	the carrier being organic: synthetic resin: as water suspendable particles: with antigen or antibody attached to
	the carrier via a bridging agent: Carbohydrates: with antigen or antibody entrapped within the carrier
G01N 33/55*	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: the carrier being inorganic: Glass or silica: Metal or metal coated: the carrier being a biological cell or cell fragment: Red blood cell: Fixed or stabilised red blood cell: using kinetic measurement: using diffusion or migration of antigen or antibody: through a gel
G01N 33/57*	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups:
30111 00/01	for venereal disease: for enzymes or isoenzymes: for cancer: for hepatitis: involving monoclonal antibodies:
	involving limulus lysate
G01N 33/68	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: involving proteins, peptides or amino acids
G01N 33/74	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: involving hormones
G01N 33/76	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: human chorionic gonadotropin
G01N 33/78	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: thyroid gland hormones
G01N 33/88	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: involving
G01N 33/92	prostaglandins Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups: involving lipids, e.g. cholesterol

#### Anexo 3. Estrategia de búsqueda para TIC

#### Telecomunicaciones:

- · G01S: Radio navigation
- · G08C: Transmission systems for measured values
- · G09C: Ciphering apparatus
- · H01P, H01Q: Waveguides, resonators, aerials
- · H01S003-025, H01S003-043, H01S003-063, H01S003-067, H01S003-085, H01S003-0933, H01S003-0941, H01S003-103,

H01S003-133, H01S003-18, H01S003-19, H01S003-25, H01S005: Semiconductor lasers

- · H03B-D: Generation of oscillations, modulation, demodulation
- · H03H: Impedance networks, resonators
- · H03M: Coding, decoding
- · H04B: Transmission
- · H04J: Multiplex communication
- · H04K: Secret communication
- · H04L: Transmission of digital information
- · H04M: Telephonic communication
- · H04Q: Selecting, public switching

#### Computadoras y máquinas de oficina:

- · B07C: Postal sorting
- · B41J: Typewriters
- · B41K: Stamping apparatus
- · G02F: Control of light parameters
- · G03G: Electrography
- · G05F: Electric regulation
- · G06: Computing
- · G07: Checking devices
- · G09G: Control of variable information devices
- · G10L: Speech analysis and synthesis
- · G11C: Static stores
- · H03K, H03L: Pulse technique, control of electronic oscillations or pulses

#### Electrónica de consumo:

- · G11B: Information storage with relative movement between record carrier and transducer
- · H03F, H03G: Amplifiers, control of amplification
- $\cdot$  H03J: Tuning resonant circuits
- · H04H: Broadcast communication
- · H04N: Pictorial communication, television
- · H04R: Electromechanical transducers
- · H04S: Stereophonic systems

#### Otras TIC:

- · G01B, G01C, G01D, G01F, G01G, G01H, G01J, G01K, G01L, G01M, G01N, G01P, G01R, G01V, G01W: Measuring, testing
- · G02B006: Light guides
- · G05B: Control and regulating systems
- · G08G: Traffic control systems
- · G09B: Educational or demonstration appliances
- · H01B011: Communication cables
- $\cdot \, \text{H01J011}, \, \text{H01J013}, \, \text{H01J015}, \, \text{H01J017}, \, \text{H01J019}, \, \text{H01J021}, \, \text{H01J023}, \, \text{H01J025}, \, \text{H01J027}, \, \text{H01J029}, \, \text{H01J031}, \, \text{H01J033}, \, \text{H01J031}, \, \text{H01J031}$
- H01J040, H01J041, H01J043, H01J045: Electric discharge tubes
- · H01L: Semiconductor device

# 3.2. PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN IBEROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LAS ENCUESTAS Y COMPARACIONES INTERNACIONALES

#### CARMELO POLINO Y MYRIAM GARCÍA RODRÍGUEZ \*

#### INTRODUCCIÓN

A mediados de 2015, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT) v la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) publicaron el Manual de Antigua sobre indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología (RICYT, 2015). Esta publicación coincide con un período de fuerte institucionalización de las encuestas de percepción pública de la ciencia y la tecnología en la región Iberoamericana que el proceso de desarrollo del propio manual contribuyó a consolidar. Al mismo tiempo, es coincidente con un reconocimiento de los gobiernos sobre la necesidad de alcanzar acuerdos técnicos que mejoren la comparabilidad y ayuden a difundir los resultados de las encuestas, como destacaron los delegados de los países de la región durante la reunión del comité técnico de la RICYT que se celebró en la ciudad de Lisboa en junio de 2015. Y, por último, también ocurre en un momento en que existe una demanda internacional creciente por conocer las experiencias institucionales de la región a fin de integrarlas en una discusión más amplia sobre las dimensiones culturales de la ciencia en diferentes contextos socio-políticos. La iniciativa MACAS (Mapping the Cultural Authority of Science) y las discusiones recientes en el marco del grupo NESTI de la OECD en las reuniones de París y Tokio son una muestra de tal interés (Polino, 2015b).

En este artículo revisamos la evolución de las encuestas iberoamericanas. En la primera parte situamos a las encuestas como insumos para la formulación y seguimiento de las políticas públicas de ciencia y

tecnología. En la segunda parte analizamos el desarrollo de los indicadores en Iberoamérica como parte de un proceso de cooperación regional que le dio impulso y ayudó a consolidar institucionalmente a las encuestas. En la tercera parte presentamos un grupo de indicadores que permiten comparar los países de la región con lo que acontece en Europa, los Estados Unidos y Asia, organizados según las cuatro dimensiones de análisis propuestas por el Manual de Antigua: dimensión institucional, dimensión de interés e información, dimensión de actitudes y dimensión de apropiación de la ciencia y la tecnología. En la última parte mostramos indicadores longitudinales para los casos de Argentina, Brasil, España y México, y resaltamos la importancia de la medición periódica.

## CULTURA CIENTÍFICA, ENCUESTAS Y POLÍTICAS PÚBLICAS

La importancia de la medición de la "cultura científica" ha sido fundamentada desde ópticas muy diversas que van desde la investigación académica interesada en el estudio de los itinerarios culturales de la ciencia hasta el desarrollo de una cultura ciudadana más articulada, pasando por la mejora de la educación pública. Para una institución de ciencia y tecnología, por una parte, la medición podría tener en principio un carácter instrumental y, en tanto tal, la búsqueda de indicadores e índices permitiría, por ejemplo, dar seguimiento a políticas y planes de comunicación social, de visibilidad de las acciones de

gobierno, de circulación de temas en la agenda pública que son prioritarios para las políticas de ciencia, tecnología e innovación y, cuestión de suma importancia en el contexto de Iberoamérica, la medición permitiría anticipar la existencia o no de expectativas sociales respecto al papel de la ciencia y la tecnología para la resolución de los graves desbalances, desigualdades y exclusión en términos de salud, empleo, pobreza o seguridad alimentaria. Así, las preguntas relevantes podrían ser: ¿en qué medida el esfuerzo en I+D revierte socialmente? O bien, ¿en qué medida las políticas de ciencia y tecnología son socialmente pertinentes?

Pero también el debate de la cultura científica ha incorporado nuevos matices en los que la ciudadanía no es sólo la depositaria de las políticas sino agente activo de su proceso de construcción, validación y seguimiento. Así emerge la pregunta por el control ciudadano de los efectos de la ciencia y la tecnología. Esto implica pensar en mecanismos de consulta e inclusión para un paulatino proceso de apertura (que algunos autores llaman de democratización) de la ciencia al escrutinio social. Es comprensible que, al mismo tiempo, esto provoque reacciones diversas que desafían fuertes inercias institucionales. Sin embargo, si atendemos características de la ciencia contemporánea, observamos su grado de exposición y alcance público, si vemos cómo el conocimiento y sus aplicaciones han permeado estructuras sociales diversas y en muchos sentidos redefinido fronteras económicas, instituciones y hasta subjetividades, pero, más importante aún, si reconocemos que la ciencia y la tecnología son asuntos de primera magnitud política, entonces no sería consecuente denegar el acceso público o delegar sólo en los expertos, en la inteligencia empresarial, intelectual y profesional, decisiones que afectan al conjunto de la sociedad y que en última instancia determinan los rumbos que una sociedad decida emprender. Ahora bien, este contexto exige que los gobiernos dispongan cada vez más de información actualizada sobre la difusión, apropiación y participación ciudadana. Por lo tanto, los intereses, la estructura de los consumos informativos y culturales, las actitudes y las expectativas de la sociedad se transforman en objeto de interés de las políticas públicas, justificando el desarrollo de indicadores y estudios comparativos. Y por ello los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología se transformaron en herramientas de gestión. Las encuestas funcionan en este contexto como insumos de política que permiten introducir y legitimar la perspectiva de la ciudadanía (RICYT, 2015).

## LAS ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA EN IBEROAMÉRICA

Las encuestas percepción pública se desarrollaron en el contexto de los países desarrollados. Los países iberoamericanos entraron en este campo más tarde, y aunque adoptaron en parte las metodologías y preguntas usuales y estándar de encuestas clásicas como la de la NSF y el Eurobarómetro, también han sido capaces de conciliar la comparabilidad internacional con el contexto

local, poniendo datos y metodologías en el contexto de los debates críticos recientes sobre la cultura científica (Polino y Castelfranchi, 2012). Se propusieron así perspectivas avanzadas para el análisis y el mejoramiento de estos estudios, incluyendo, por ejemplo, la incorporación de la dimensión de apropiación de la ciencia y la tecnología (Cámara Hurtado y López Cerezo, 2010).

## Iberoamérica y los indicadores: cooperación regional

A partir de 2001, la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y RICYT tomaron la iniciativa de poner en marcha una serie de estudios con el objeto de analizar los fenómenos involucrados en los procesos de percepción social de la ciencia, cultura científica v participación ciudadana, generando un campo de investigación propicio para la obtención de nuevos indicadores (Vaccarezza et al. 2003). En este contexto se puso en marcha el "Proyecto de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana (2001-2003)", en el marco del cual se diseñó un trabajo pionero como fue la Encuesta Piloto de Percepción Pública de la Ciencia aplicada en 2002 en las ciudades de Buenos Aires. Montevideo, Salamanca, Valladolid, y Sâo Paulo, a partir de la implicación de la Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP) y la Universidad de Campinas de Brasil, las universidades de Oviedo v Salamanca (España) v la Universidad de la República (Uruguay). En el cuestionario se contemplaban cuatro ejes temáticos principales: 1) imaginario social sobre la ciencia y la tecnología; 2) comprensión de contenidos científicos; 3) prácticas de comunicación social de la ciencia; y 4) participación ciudadana en temas de ciencia y tecnología.

Los resultados de la encuesta se publicaron en un libro bilingüe (español-portugués), editado por RICYT, OEI y FAPESP, con el apoyo de la Universidad de Campinas, Brasil (Vogt y Polino, 2003). Aunque fue un ejercicio de carácter metodológico y la información que se presentó no tuvo más que un carácter indicativo provisional, el estudio constituyó un precedente claro en el diseño de encuestas posteriores, implementadas en España y América Latina. El mérito de este proyecto residió no sólo en la contribución a la reflexión teórica y el diseño de instrumentos de medición, sino también en la formación de una red de grupos de investigación e instituciones en los países iberoamericanos para el intercambio y la discusión teórico-metodológica (Vogt y Polino, 2003).

Por otra parte, el proyecto de indicadores y otras iniciativas asociadas contribuyeron a generar un mayor interés por parte de los gobiernos de la región. Así, la RICYT y la OEI trabajaron para generar capacidades técnicas y de gestión institucional a través de asistencias técnicas específicas que contribuyeron a la implementación de encuestas en varios países. Sin embargo, el crecimiento del número de encuestas también hizo más evidentes los problemas conceptuales, metodológicos y técnicos que ponían en riesgo la comparabilidad de los estudios. En 2005, la RICYT y la OEI pusieron en marcha, en coordinación con

la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT), el "Proyecto de estándar iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana (2005-2009)", compuesto por un equipo técnico de más de veinte personas, otras tantas instituciones y ocho países.¹ Como parte del proyecto, se diseñó una nueva encuesta regional implementada en siete grandes ciudades, esta vez a partir de una muestra representativa de la población de 16 años en adelante, con el apoyo de distintas instituciones y organismos locales que financiaron el trabajo de campo. Las ciudades participantes del estudio fueron Bogotá (Colombia), Buenos Aires (Argentina), Caracas (Venezuela), Madrid (España), Panamá (Panamá), Sâo Paulo (Brasil) y Santiago (Chile).

La encuesta seguía parcialmente lineamientos de la tradición internacional e incorporaba, al mismo tiempo, nuevas preguntas e indicadores, agrupados en las siguientes dimensiones de análisis: información e interés sobre temas de ciencia y tecnología, opinión sobre ciudadanía y políticas públicas en ciencia y tecnología, actitudes y valoraciones respecto a la ciencia y la tecnología, y apropiación social de la ciencia y la tecnología, que incluía dos bloques de preguntas sobre participación social. Los resultados comparativos se publicaron en un libro editado en 2009 de forma conjunta por las instituciones que promocionaron la investigación (FECYT-OEI-RICYT, 2009). Pero también posteriormente se hicieron nuevos análisis que fueron presentados en foros de indicadores, libros académicos y revistas especializadas sobre comprensión pública de la ciencia (Polino y Castelfranchi, 2012; Cámara Hurtado, López Cerezo, 2010, 2009; Moreno et al, 2010; Polino et al, 2009). Pero la encuesta iberoamericana también contribuyó al diseño del cuestionario de una encuesta sobre vocaciones científicas que se aplicó entre 2008 y 2010. baio la coordinación de la OEI. a casi 9000 estudiantes iberoamericanos de nivel secundario en las ciudades de Asunción, Bogotá, Buenos Aires, Lima, Madrid, Montevideo y São Paulo, y que también generó un libro de análisis comparativo (Polino, 2011).

#### La expansión de las encuestas

La labor de la RICYT, la OEI y otros organismos e instituciones de cooperación multilateral, junto al papel desempeñado por distintos organismos nacionales de ciencia y tecnología (ONCYT), principalmente en países como Argentina, Brasil, Colombia, España, México o Uruguay, permitió que Iberoamérica cuente en la actualidad con una cantidad significativa de encuestas de alcance nacional. Desde que hace más de 25 años el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) de Brasil implementara en 1987 el primer estudio que se hizo en la región, hasta la fecha se

han realizado más de cuarenta encuestas nacionales, distribuidas en dos períodos temporales definidos. El primero de ellos, que comienza con la encuesta de Brasil, está caracterizado por la realización de unas pocas encuestas nacionales en Colombia, México y, posteriormente, Panamá. El segundo período, que comienza hacia 2001, coincidente con la gestación de la red de cooperación regional, está definido por una expansión y consolidación de las encuestas, al menos en algunos países.

En efecto, la situación es diferente según los países que se consideren (Tabla 1). Así, hay un primer grupo de países iberoamericanos donde se puede sostener que las encuestas ya se perfilan hacia la definición de una serie temporal de datos, rasgo expresivo de que se han transformado en instrumentos permanentes de las políticas públicas institucionales. Esta característica permite comenzar a pensar en la utilización enriquecida de los datos, por ejemplo a través de análisis longitudinales (como mostramos más adelante en este capítulo) o estudios de estructuras latentes que explican las actitudes y la formación de valores sobre ciencia y tecnología. En este grupo de países se encuentran Argentina, Brasil, España, México y, también, Uruguay. En el mismo grupo se podría incluir a Colombia, Panamá y Venezuela, pese que en estos casos la periodicidad haya sido una variable menos desarrollada. El segundo grupo de países está conformado por aquellos que cuentan al menos con una encuesta, aunque ésta se haya aplicado hace mucho tiempo. Por orden alfabético, este grupo reúne a Chile, Costa Rica, Ecuador y Portugal. Se trata de un conjunto heterogéneo en términos de cantidad de encuestas y tiempo de aplicación entre una ola y otra. El tercer grupo lo componen los países que hasta ahora no han aplicado ninguna encuesta, siempre en referencia a los estudios nacionales de los ONCYT, es decir, sin perjuicio de que pudieran existir estudios acotados, o bien investigaciones hechas por universidades u otros grupos de investigación. Aguí cabe ubicar a Bolivia, Cuba, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú y República Dominicana.

#### **INDICADORES COMPARADOS**

El desarrollo de las encuestas en Iberomérica permite que actualmente dispongamos de un número significativo de indicadores para comparar tanto a nivel regional como internacional. En esta sección presentamos un grupo de estos indicadores organizados según las cuatro dimensiones de análisis del Manual de Antigua: institucional, interés-información, actitudes y apropiación de la ciencia y la tecnología. En lo que respecta a las encuestas de Iberoamérica elegimos fundamentalmente las de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, España, México, Panamá, Portugal y Uruguay. También

<sup>1.</sup> Entre los principales organismos e instituciones implicadas estuvieron la Universidad de Oviedo (España); la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID, España); la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp, Brasil); el Centro Redes (Argentina); la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicyt, Chile); Colciencias y el Observatorio de Ciencia y Tecnología (Colombia); la Secretaría de Ciencia y Tecnología (Senacyt, Panamá); el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT, Venezuela); el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat, España); y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, España).

Tabla 1. Evolución de encuestas nacionales y regionales de percepción pública de la ciencia y la tecnología: 1987-2015

Países	/\	981,	99 <sup>A</sup> ,	081	2001	2002	, coo	2004	005	006	2007	ing,	00%	010	ريور.	2012	2013	ZOZA,	ols Total
México																	Ĺ		9
España																			7
Argentina																			4
Brasil																			4
Colombia																			3
Panamá																			3
Uruguay																			3
Venezuela																			3
Chile																			2
Portugal																			2
Costa Rica																			1
Ecuador																			1
El Salvador																			1
Paraguay																			1
sub-total																			44
Encuesta piloto (OEI-RICYT)																			1
Iberoamericana, adultos (RICYT, OEI, FECYT)																			1
Iberoamericana, estudiantes (OEI)																			1
sub-total																			3
total																			47

Fuente: elaboración propia

establecemos comparaciones con un grupo de países europeos (Alemania, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Italia y Suecia). En algunos casos también sumamos las últimas encuestas realizadas en los Estados Unidos, China, Japón y Rusia.

#### Dimensión institucional

La dimensión institucional de la ciencia y la tecnología es una componente fuerte de los cuestionarios de lberoamérica, con una presencia mucho más destacada que lo que acontece en otras regiones del mundo, particularmente en el contexto de los países industrializados. Esta dimensión de análisis permite evaluar la percepción del público sobre el funcionamiento de los sistemas institucionales de ciencia y tecnología (nivel de financiamiento, adecuación de infraestructuras, performance y demás).

La **Tabla 2** reúne catorce países seleccionados de lberoamérica y Europa, además de incluir a los Estados Unidos, y permite en concreto examinar la percepción sobre el apoyo público a la ciencia y la tecnología en una perspectiva comparada entre los países industrializados y los países en desarrollo. De esta forma se aprecia que en nuestra región está mucho más acentuada la idea de que los recursos para ciencia y tecnología son insuficientes, aunque haya algunas diferencias según el país que se

considere. Por ejemplo, en la última encuesta disponible de Venezuela -realizada casi una década atrásprácticamente todos los encuestados (ocho de cada diez) habían señalado que los recursos eran escasos. En los estudios más recientes de España, Brasil y México también la perspectiva crítica es mayoritaria, pero representa a siete de cada diez personas. La misma opinión prevalece asimismo en la Argentina, aunque algo menos acentuada. En Panamá, sin embargo, se advierte otra tendencia: en este país la población se divide entre quienes piensan que los recursos económicos son adecuados y quienes opinan lo contrario. Además, y aunque se trata de una proporción muy minoritaria en el conjunto de la sociedad, a diferencia de los otros países de la región, en Panamá hay más personas que opinan que el financiamiento es demasiado elevado y, por lo tanto, debería disminuir (Tabla 2).

Por el contrario, en las sociedades de Finlandia y Estados Unidos prevalece la opinión de que la inversión pública en ciencia y tecnología se ajusta a las necesidades de sus sistemas socio-productivos: en ambos países prácticamente la mitad de las personas encuestadas afirmaron que el financiamiento es suficiente. En el Reino Unido también se observa esta tendencia, aunque menos acentuada. En el resto de los países europeos las opiniones se encuentran equilibradas -con la excepción de Francia, que tiene un comportamiento relativamente parecido a Panamá- pero lo más importante a destacar es

Tabla 2. Comparación internacional sobre la percepción del financiamiento público de la ciencia y la tecnología.

	Insuficiente	Suficiente	Demasiado elevado	Ns/Nc
Venezuela (2007)	82,5%	17,5%	-	-
España (2014)*	73,8	14,9	1,8	9,6
México (2013)	68,5%	14,1%	4,2%	-
Brasil (2015)**	68,2%	-	-	-
Argentina ( 2012)	64,4%	25,4%	1,6%*	10,2%
Panamá (2010)	41,5%	39,6%	13,2%	5,7
Francia (2010)	39%	22%	9%	30%
Suecia (2010)	39%	30%	3%	28%
EEUU (2012)	36,2%	43,6%	12,6%	7,6%
Italia (2010)	36%	30%	9%	25%
Portugal (2010)	29%	31%	7%	33%
Alemania (2010)	27%	32%	8%	33%
Reino Unido (2010)	23%	34%	6%	37%
Finlandia (2010)	20%	47%	9%	24%

Fuente: elaboración propia en base a MCT (2007); MCT (2015); Conacyt (2013); Mincyt (2012); Senacyt (2010); NSF (2012); Fecyt (2014); EU (2010).

que, a diferencia de Iberoamérica, la tendencia predominante en Europa es la existencia de tasas de no respuesta muy elevadas, lo que indica incapacidad de la población para emitir un juicio sobre el tema. En el Reino Unido alcanza a casi cuatro de cada diez personas encuestadas; en Portugal, Alemania, Suecia y Francia equivale a casi un tercio de la población, mientras que en Italia y Finlandia a un cuarto de la muestra (**Tabla 2**).

En Iberoamérica, por otra parte, la percepción crítica es consecuente con un reclamo generalizado para que los gobiernos aumenten la inversión destinada a los sistemas de ciencia, tecnología e innovación, como muestran las últimas encuestas nacionales de Argentina, Brasil, España y Panamá, donde se formuló una pregunta sobre qué debería hacer el Estado con los fondos sectoriales (**Gráfico 1**).<sup>2</sup> Sin embargo, la importancia del dato radica en el hecho de que en todos los países la formulación de la pregunta incluía la idea de que la ciencia y la tecnología compiten con otros sectores por la asignación de los fondos del presupuesto público, esto es, que si se destinan fondos para ciertas áreas ello implica que otras áreas recibirán menos financiamiento. En España, inclusive, la pregunta mencionaba explícitamente el contexto de

recorte y retracción del gasto público. Aún así, el apoyo a la inversión pública en ciencia y tecnología es contundente (**Gráfico 1**).

El apoyo público a la inversión tiene su base de sustento en que las sociedades de Iberoamérica reconocen la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico y social, así como valoran y confían en la actividad de los científicos. Por ello los gobiernos de Iberoamérica se han venido mostrando satisfechos con estos resultados. Sin embargo, especialmente en América Latina, los gobiernos también se declaran invariablemente preocupados por la distancia entre las instituciones de la ciencia y la tecnología y la sociedad. El desconocimiento acentuado de las instituciones nacionales donde se produce investigación científica y desarrollo tecnológico y, por lo tanto de la actividad concreta que realizan científicos y tecnólogos, es un fenómeno que se replica en toda la región (**Gráfico 2**).

En todos los países predomina el desconocimiento: en Uruguay la proporción de personas que puede mencionar al menos una institución científico-tecnológica equivale al tercio de la población, seguido por los casos de Chile, Costa Rica y Panamá. En la Argentina y Colombia la proporción alcanza a un cuarto de las personas encuestadas. Pero el caso más significativo es Brasil, país que, por otra parte, ha liderado la inversión pública en ciencia y tecnología en el escenario regional y vivió un fuerte período de expansión de las actividades sectoriales.

<sup>\*</sup> En España se preguntaba si la ciencia y la tecnología tienen "demasiados recursos", "los recursos justos o "pocos recursos".

<sup>\*\*</sup> El dato de Brasil se construyó sobre la base de una pregunta en la que se pedía a los entrevistados que escogieran el motivo principal que a su juicio explicaría por qué el país no tiene un mayor desarrollo científico-tecnológico. De esta forma, siete de cada diez señaló la insuficiencia de recursos públicos como el factor principal. Pero dado que la pregunta es diferente no se cuenta con la opinión sobre las otras dos categorías de respuestas.

<sup>2.</sup> En la Argentina, por ejemplo, se trata de un reclamo que se ha mantenido en el tiempo desde la primera encuesta nacional implementada en 2003 (véase Mincyt, 2015).

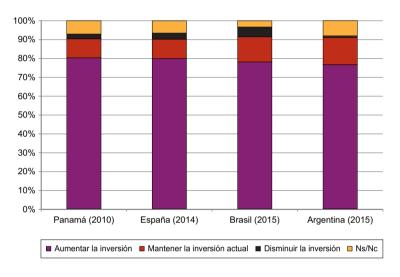
En la última medición solo en torno al diez por ciento de la población identificó una institución de ciencia y tecnología nacional. Se trata además de un indicador que también ha permanecido estable a lo largo del tiempo, a juzgar por los resultados de las encuestas nacionales que han incluido esta pregunta en todas sus mediciones (como ha ocurrido en Argentina, Brasil o Uruguay). Ahora bien, como cabía esperar, también está claro que este indicador es muy sensible a la influencia de los factores de estratificación social. Así, en todos los países, la educación, los hábitos informativos (especialmente sobre ciencia y tecnología) y, tendencialmente, la posición económica asociada a estos indicadores, afectan la posibilidad de reconocer a las instituciones de ciencia y tecnología locales. Por ejemplo, entre las personas que han alcanzado estudios universitarios o bien son lectores asiduos de contenidos científicos en distintos medios de comunicación. la tendencia se invierte y el conocimiento predomina sobre el desconocimiento.

#### Dimensión de interés e información

La dimensión de los indicadores de interés e información comprende un conjunto de variables que permiten medir, por una parte, el interés sobre temas relacionados con la ciencia y la tecnología (descubrimientos, aplicaciones biomédicas, medio ambiente) v. por otro lado, la conducta informativa declarada por los mismos temas, los cuales además varían en función de un estudio a otro, o en relación a otros temas de la agenda (política, deportes, economía, social educación). De esta forma se mide lo que podríamos caracterizar como "dinámica de consumo informativo y realización de actividades socio-culturales" que involucran contenidos y prácticas de ciencia y tecnología. En términos operativos se estiman indicadores de asistencia a programas de televisión; la audiencia de la radio; la lectura de diarios, libros, revistas; la búsqueda de información y contenidos multimedia en Internet; la visita a museos, zoológicos, acuarios, parques temáticos, o instituciones de ciencias v tecnología: e. incluso, la conversación con familiares y amigos como fuentes informativas. Desde el punto de vista del análisis se coteja, por un lado, el diferencial entre interés e información y, por otra parte, se compara la diferencia resultante para la ciencia en relación a la política, los deportes u otros temas.

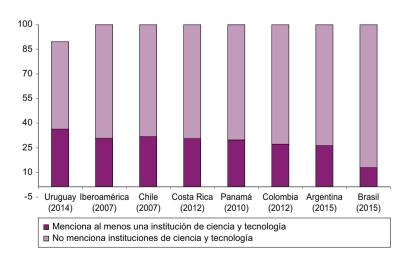
Desde el punto de vista de los datos que proporcionan las últimas encuestas disponibles, una primera observación es que, dejando de lado la excepción que constituye Brasil, en todos los países el interés declarado es más alto que la información que los encuestados afirman que disponen sobre temas de ciencia y tecnología. Esto quiere decir que los ciudadanos se perciben a sí mismos como personas con déficit informativo, menos en Brasil, y en menor medida también en Gran Bretaña, donde información e interés están en un mismo nivel o, dicho en otros términos, donde los intereses y las necesidades informativas concuerdan. Por el contrario, las distancias entre interés e información son más acentuadas en Panamá, España, Italia y Argentina, países donde la población se sentiría bastante menos informada en relación al interés que manifiestan (**Gráfico 3**).

Gráfico 1. Apoyo al financiamiento público de la ciencia y la tecnología en situación de competencia de recursos



Fuente: elaboración propia

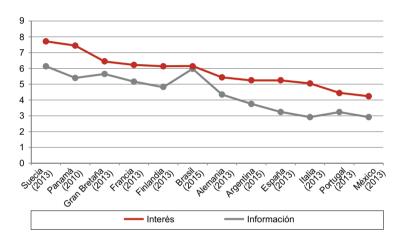
Gráfico 2. Comparación iberoamericana sobre el conocimiento de instituciones científicas



Fuente: elaboración propia

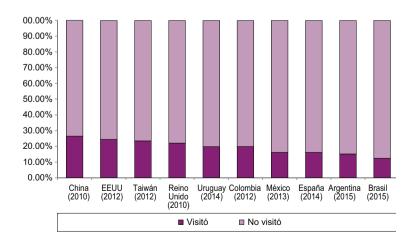
Por otra parte, las encuestas muestran que los países de Iberoamérica presentan patrones diferentes tanto en términos de interés relativo como de información incorporada por la ciudadanía. Mientras que siete de cada diez de las personas encuestadas en Panamá sostiene que se encuentra interesada en temas de ciencia y tecnología, esta proporción desciende diez puntos en el caso de Brasil, a la mitad de la población en los casos de Argentina y España, y a cuatro de cada diez en Portugal y México. En cuanto a la información, como ya se dijo, la mayoría de los brasileros se declara informado, pero corresponde a la mitad de la población panameña, casi a cuatro de cada diez en la Argentina, y al orden de un tercio en el resto de los países. Cabría un

Gráfico 3. Relación entre información e interés declarado sobre temas de ciencia y tecnología



Fuente: elaboración propia

Gráfico 4. Comparación internacional sobre visitas a museos de ciencia y tecnología (durante el año de entrevista)



Fuente: elaboración propia

análisis similar en lo que respecta a los países industrializados de Europa (**Gráfico 3**). Por último, también hay que mencionar que en todos los países una vez más los indicadores interés e información están condicionados fuertemente por las variables de clasificación socio-demográficas que indican que tendencialmente a mayor educación -y mejor posición en el escala social- aumentan la probabilidad de interesarse e informarse, aunque también en todos los países se advierten franjas importantes de la población con menor nivel educativo pero interesadas.

Otro conjunto de variables relevante de esta dimensión de análisis lo constituyen los indicadores de prácticas culturales que permiten analizar tanto el interés del público como la posibilidad de acceso que en cada país existe para fomentar la relación cienciasociedad. Las visitas a museos, acuarios, zoológicos, parques ambientales, indicadores interesantes porque implican que los individuos se desplazan físicamente para asistir a alguna actividad o visitar algún sitio y. en cierto sentido, emergen actitudes más bien de tipo proactivo respecto del interés, la búsqueda de información y la necesidad de conocimiento sobre temas de ciencia y tecnología (Polino, 2015).

La comparación internacional sobre visitas a museos de ciencia y tecnología arroja como resultado algunas diferencias significativas entre los países considerados. Para empezar, China, Estados Unidos, Taiwán y Reino Unido son los países donde se verifica la proporción más elevada de personas que durante el año de entrevista afirma que visitó al menos una vez un museo de ciencia y tecnología. Se trata, de todos modos, de cifras inferiores al treinta por ciento de la población total. Los países iberoamericanos contemplados en el análisis aparecen en un segundo nivel, encabezados por Uruguay y Colombia, donde en torno a dos de cada diez de las personas encuestadas asistió a museos de ciencia y tecnología, seguidos por México, España, Argentina y, por último, Brasil. Esto significa que especialmente en Brasil, pero también en la Argentina, hay tres veces menos cantidad de personas que asisten a museos que lo que ocurre en China (Gráfico 4).

En relación a otro tipo de prácticas culturales, los indicadores ponen de manifiesto que en los países de Iberoamérica hay segmentos significativos de la población que incluyen a la ciencia y la tecnología entre sus opciones de tiempo libre. Pero hay que considerar que los países no son homogéneos, y que, dependiendo del tipo de actividad evaluada,

las diferencias son más o menos significativas. Los museos de arte son especialmente importantes en el caso de España, tienen cierta influencia en Argentina y México, pero son mucho menos relevantes en Brasil. Por otro lado. mientras que la mitad de los españoles y colombianos visitó un parque natural, la proporción desciende a una cifra en torno a un tercio de la población en Argentina y Brasil. Los zoológicos y acuarios son especialmente importantes en los casos de México, Uruguay y Colombia, donde cuatro de cada diez personas encuestadas sostuvo haber visitado alguno durante el año de entrevista, pero menos relevantes en los casos de Brasil y España. Las actividades de la Semana Nacional de la Ciencia están, finalmente, mucho menos representadas, lo que era un dato esperable. Pero aun así hay diferencias entre los países, va que se trata de un tipo de actividad relativamente significativa en Colombia y apenas contemplada en el caso de la Argentina (Tabla 3).

En lo que respecta a las variables socio-demográficas, podríamos decir que en líneas generales, las mujeres, los hombres y los grupos generacionales no se diferencian sustantivamente en relación a la asistencia a estos distintos ámbitos vinculados con la ciencia y la tecnología. En lo que respecta a la edad hay que tener en cuenta que las encuestas se aplican principalmente al universo de la población adulta -por lo general de 18 años en adelante- v que no contemplan a menores escolarizados, lo que indudablemente cambiaría el patrón de respuestas, ya que las escuelas suelen visitar con regularidad tanto zoológicos como museos o acuarios. Los parques nacionales o reservas naturales podrían ser una posible excepción en este cuadro general -al menos en algunos países- ya que los adultos parecen ser más proclives a visitarlos que la población joven o los grupos de edad más avanzada. Pero sin dudas el dato más relevante a destacar sobre los indicadores reunidos en la Tabla 2 es que el acceso a estos ámbitos es una función dependiente de la posición socio-económica y del nivel educativo de la población. En todos los países las personas que tienen mayores posibilidades de acceder son aquellas mejor posicionadas en la estructura social y más educadas. Estos resultados, como los anteriores de interés e información relativa, muestran que, en definitiva, el acceso a los contenidos de la ciencia y la tecnología, y las condiciones de su apropiación, se distribuyen de forma

Tabla 3. Actividades culturales relacionadas con ciencia y tecnología

Dígame si durante este	año visitó o no los siguientes lugares:	Visitó	No visitó
Argentina (2015)	Museo de ciencia y tecnología.	15,40%	85,60%
	Museo de arte.	25,80%	74,20%
	Zoológico, botánico o acuario.	30,60%	69,40%
	Parque nacional o reserva natural.	30,20%	69,70%
	Semana Nacional de la Ciencia.	2,90%	97,10%
Brasil (2015)	Museo de ciencia y tecnología.	12,30%	87,60%
	Museo de arte.	17,00%	83,00%
	Zoológico.	26,10%	76,80%
	Jardín botánico o parque ambiental.	31,30%	68,60%
	Semana Nacional de la Ciencia.	8%	91,80%
Colombia (2012)	Museo de ciencia y tecnología.	19,70%	80,30%
	Museo de arte.	-	-
	Zoológico o acuario.	40,10%	59,90%
	Parque natural.	48,40%	51,60%
	Semana Nacional de la Ciencia.	11,30%	88,70%
España (2014)	Museo de ciencia y tecnología.	16,00%	84,00%
	Museo de arte.	38,00%	62,00%
	Zoológico o acuario.	23,80%	76,20%
	Parque natural.	50,00%	50,00%
	Semana Nacional de la Ciencia.	4,70%	95,30%
México (2013)	Museo de ciencia y tecnología.	16,30%	83,70%
	Museo de arte.	26,40%	73,60%
	Zoológico o acuario.	42,10%	57,90%
	Parque nacional o reserva natural.	-	-
	Semana Nacional de la Ciencia.	8,20%	91,80%
Uruguay (2014)	Museo de ciencia y tecnología.	20%	80%
-	Museo de arte.	-	-
	Zoológico, botánico, acuario, reserva o planetario.	41%	59%
	Semana Nacional de la Ciencia.	8%	92%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Mincyt (2015); MCT (2015); OCyT (2014); Fecyt (2015); Conacyt (2014); ANII (2015).

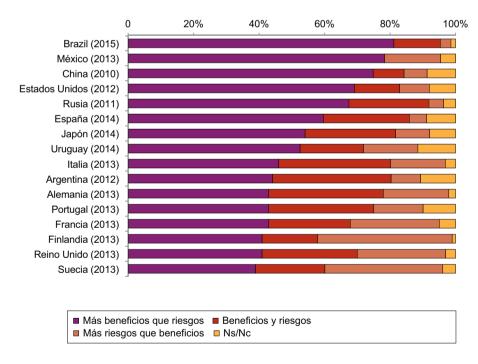
desigual. Por lo tanto, las estrategias de inclusión social constituyen, sin lugar a dudas, un desafío para las políticas de promoción de la ciencia y la cultura científica (Polino, 2015b).

#### Dimensión de actitudes

La dimensión de las actitudes hacia la ciencia y la tecnología se instaló fuertemente en las encuestas desde fines de los años 80, en el contexto de lo que Bauer et al (2007) llaman el "Paradigma de la comprensión pública de la ciencia (1985-1990)". En este marco, la correlación entre conocimiento y actitud devino en un tópico de análisis central (Durant et al., 2000; Einsiedel, 1994; Evans y Durant, 1989; Evans y Durant, 1995). Así, bajo el liderazgo y las innovaciones técnicas producidas por los Eurobarómetros, las encuestas fueron incorporando diferentes baterías de indicadores de actitudes que han permitido medir, por un lado, actitudes públicas sobre beneficios v riesgos de la ciencia y la tecnología en un sentido general y, por otro lado, actitudes hacia aplicaciones tecnológicas específicas (alimentos transgénicos. energía nuclear, tecnologías reproductivas, medioambiente y demás). Sobre esta base, la interpretación de los datos ha servido para establecer escenarios de relativo optimismo-pesimismo (o, dicho de otra forma, de valoración positiva o crítica) a los impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad, la economía, la cultura o la política. También en esta dimensión se han incluido variables para examinar la confianza del público en la comunidad científica en comparación con otros grupos y colectivos sociales (militares, políticos, jueces, periodistas); o bien para evaluar la responsabilidad de los científicos por las consecuencias de la aplicación de sus investigaciones.

En el **Gráfico 5** hemos reunido un conjunto amplio de países que cubre Iberoamérica, Europa, Asia y Estados Unidos en relación a la percepción que tiene el público de los beneficios y riesgos globales de la ciencia y la tecnología. En el balance general se podría decir que los beneficios del desarrollo

Gráfico 5. Comparación internacional sobre evaluación de beneficios y riesgos globales de la ciencia y la tecnología



Fuente: elaboración propia

<sup>3.</sup> En las encuestas de Argentina, Brasil, España, Estados Unidos, Japón y Rusia las personas encuestadas debían responder si "los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que los riesgos que puedan ocasionar". En los casos de Japón, Estados Unidos y Rusia las opciones de respuesta eran las siguientes: "los beneficios son mucho mayores que los riesgos"; "los beneficios y los riesgos están equilibrados"; "los riesgos son un poco mayores que los beneficios"; y "los riesgos son mucho mayores que los beneficios". En el caso de España las opciones eran: "los beneficios y la tecnología son mayores que sus perjuicios"; "los beneficios y los perjuicios de la ciencia y la tecnología están equilibrados"; "los perjuicios de la ciencia y la tecnología son mayores que sus beneficios"; y "no tengo una opinión formada sobre esta cuestión". Los entrevistados de Argentina y Brasil debían elegir entre las siguientes opciones: "sólo beneficios"; "más beneficios que riesgos"; "tanto riesgos como beneficios"; "más riesgos que beneficios"; y "sólo riesgos". Las poblaciones de China, México y Uruguay, por su parte, debían mostrar su grado de acuerdo-desacuerdo a partir de una escala de de valoración con la siguiente pregunta: "los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que los riesgos que puedan ocasionar". Pero mientras que en China y Uruguay la escala tenía cinco puntos de valoración (con la opción intermedia "ni de acuerdo ni en desacuerdo"), esta opción no estaba presente en la encuesta mexicana.

científico-tecnológico son reconocidos en distintos partes del mundo. Pero las sociedades no evalúan los beneficios y los riesgos de la misma forma o con la misma intensidad. La comparación internacional muestra países con un predominio claro de valoraciones positivas, junto con países de mayor ambivalencia evaluativa, y otros países donde la perspectiva crítica cobra protagonismo.3 Las evaluaciones más favorables están en países en desarrollo o de industrialización tardía. En concreto corresponden a dos países iberoamericanos: Brasil y México, seguidos de cerca por China. En estos países, ocho de cada diez de las personas encuestadas consideran que en el balance los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que los riesgos. Sin embargo, Brasil, China y México tampoco son países homogéneos. Aunque no se represente en el gráfico, la mitad la población brasilera cree que la ciencia y la tecnología sólo producen beneficios. En rigor, entre 1987 y 2015, las percepciones positivas crecieron de forma constante en este país.4 En China, un tercio de la población piensa que la ciencia y la tecnología solo acarrean beneficios para la sociedad. La característica de México, por el contrario, es que en este país hay una proporción significativa de personas que piensa que los riesgos superan a los beneficios.

Pero también hay países industrializados donde la gran mayoría de la sociedad evalúa el desempeño científicotecnológico de manera positiva. En primer lugar se encuentran los Estados Unidos y Rusia (siete de cada diez personas), seguidos de Japón (la mitad de la población). En Rusia, como describimos para el caso chino, también un tercio de las personas entrevistadas opina que la ciencia y la tecnología sólo producen beneficios. Asimismo, en España predominan las visiones favorables, puesto que seis de cada diez españoles también opina que los beneficios son mayores que los riesgos. Pero en este país, como también en Japón, las actitudes ambivalentes cobran peso específico. Ello quiere decir que una parte muy significativa de la población de estos países evalúa que los riesgos en algunos casos son tan relevantes como los beneficios. Luego hay un grupo conformado tanto por países industrializados como en desarrollo donde las percepciones positivas, siempre importantes, están también matizadas por la cautela. Son los casos de Italia, Argentina, Alemania, Portugal, Francia y Reino Unido. No obstante, una vez más tampoco este grupo de países es homogéneo. Por ejemplo, casi un 30% de los franceses e ingleses piensan que los riesgos superan a los beneficios, mientras que menos del 10% de los argentinos opina de la misma forma. Las percepciones más pesimistas se registran, finalmente, en los países nórdicos que, por cierto, suelen liderar los rankings internacionales de adelanto tecnológico y competitividad industrial: cuatro de cada diez finlandeses y una proporción similar de suecos opinan que los riesgos son superiores a los beneficios.

## 4. En 1987, un 12% de la población brasilera pensaba que la ciencia y la tecnología producían sólo beneficios. Esta proporción se elevó al 29% en 2006,

pasó al 38% en 2010, y se ubicó en el 54% en la medición de 2015 (MCT, 2015).

#### Dimensión de apropiación

En Iberoamérica la dimensión de la apropiación social de la ciencia y la tecnología surgió como tema de investigación y nueva dimensión de conceptualización y medición de la cultura científica, con el objetivo de ampliar la mirada sobre relación entre ciencia y sociedad, incorporando un análisis de las formas en que la apropiación del conocimiento científico-tecnológico (es decir, las actitudes proactivas y la participación ciudadana) propicia cambios actitudinales y de comportamiento. En rigor, este tipo de indicadores ocupó un espacio destacado en la encuesta iberoamericana de 2007 (producto de las discusiones conceptuales y propuestas metodológicas del proyecto estándar de indicadores) y también es una componente importante en los cuestionarios de algunos países de la región, particularmente en los casos de Colombia y en algunas de las encuestas españolas. Haciéndose eco de este contexto, el Manual de Antigua clasifica cuatro tipo de indicadores para esta dimensión de análisis: aquellos que miden la relevancia que las personas otorgan al conocimiento científico para la vida cotidiana; indicadores de desempeño y calidad de la educación que recibieron las personas durante sus etapas de escolarización; indicadores de disposición a hacer uso del conocimiento científico en situaciones regulares y extraordinarias de la vida diaria; e indicadores de conocimiento, es decir, aquellos indicadores que se han venido midiendo en las encuestas de la tradición internacional, y que salvo en el caso de México apenas han estado representados en las encuestas regionales.

La Tabla 4 reúne preguntas relativas al primer grupo de indicadores de apropiación. Se puede apreciar que las respuestas de los ciudadanos de los cuatro países considerados, pese a algunos matices, señalan en una misma dirección. La gran mayoría de la sociedad está acuerdo en que disponer de conocimiento científico tecnológico es fundamental para comprender el mundo que nos rodea, cuidar la salud y prevenir enfermedades, preservar el medioambiente y tomar decisiones informadas como consumidor. Esta opinión atraviesa todos los estratos sociales. Por su parte, la evaluación relativa del conocimiento científico para el mercado de trabajo, aunque importante, es menor y al mismo tiempo esperable, ya que la mayor parte de las personas encuestadas no tiene que tomar en su vida laboral rutinarias basadas decisiones en conocimiento especializado. Esta variable, en rigor, se distribuye de forma asimétrica según se considere la edad, el nivel socio-económico y la educación de los entrevistados. Así, a mayor educación o mejor posición social también se destaca, previsiblemente, una mayor importancia del conocimiento científico. De igual forma, también en los cuatro países se advierte que el conocimiento científicotecnológico es menos determinante para la formación de opiniones políticas y sociales cuyo origen está mediado en buena medida por valores y creencias. En este caso también las opiniones están divididas.

Tabla 4. Utilidad atribuida al conocimiento científico-tecnológico para distintos ámbitos de la vida.

Colombia (2012)	mayor utilidad	menor utilidad	Ns/Nc
Cuidado de la salud y prevención de enfermedades	85,60%	12,20%	2%
Comprensión del mundo	76,60%	20,30%	3%
Preservación del entorno y el ambiente	74,80%	22,40%	2,80%
Decisiones como consumidor	70,70%	26%	3,30%
Desempeño en el trabajo	55,40%	16,60%	28,00%
Formación de opiniones políticas y sociales	51,20%	43,70%	5%
Chile (2007)	mayor utilidad	menor utilidad	Ns/Nc
Cuidado de la salud y prevención de enfermedades	88%	12%	-
Comprensión del mundo	74%	26%	-
Preservación del entorno y el ambiente	82%	18%	-
Decisiones como consumidor	67%	33%	-
Desempeño en el trabajo	52%	48%	-
Formación de opiniones políticas y sociales	41%	59%	-
Costa Rica (2012)	mayor utilidad	menor utilidad	Ns/Nc
Cuidado de la salud y prevención de enfermedades	95,90%	2,20%	1,90%
Comprensión del mundo	87,20%	8,30%	4,50%
Preservación del entorno y el ambiente	79,60%	14%	6%
Decisiones como consumidor	75,50%	15,30%	9,20%
Desempeño en el trabajo	79,90%	12,90%	7,20%
Formación de opiniones políticas y sociales	57,40%	32,50%	10,10%
España (2008)	mayor utilidad	menor utilidad	Ns/Nc
Cuidado de la salud y prevención de enfermedades	-	-	-
Comprensión del mundo	65,00%	30%	5%
Preservación del entorno y el ambiente	-	-	-
Decisiones como consumidor	66,40%	28,60%	5%
Desempeño en el trabajo	48%	44,80%	7,20%
Formación de opiniones políticas y sociales	52,90%	41,30%	5,80%

Fuente: Elaboración propia en base a OCyT (2014); Conicyt (2007); Conare (2012); Fecyt (2010).

#### **ANÁLISIS LONGITUDINALES**

En este última sección mostramos indicadores longitudinales que provienen de las encuestas de Argentina, Brasil, España y México, es decir, de aquellos países donde la cantidad de encuestas, la periodicidad y la repetición de las variables medidas a lo largo del tiempo, ya permiten contar con series temporales de interés para cotejar la evolución de la percepción pública de la ciencia y la tecnología y confrontarla, además, con cambios socio-culturales de más amplio calado. Este ejercicio muestra, por lo tanto, la importancia que tiene la sistematización de la información y la producción de indicadores regulares para la gestión de las políticas públicas de ciencia y tecnología.

Cuando en 2003 en la Argentina se implementó la primera encuesta nacional, en un contexto todavía marcado por la crisis de 2001, la sociedad argentina tenía una visión privatizada de la ciencia y la tecnología: lejos de los indicadores objetivos, en aquella oportunidad la mayor

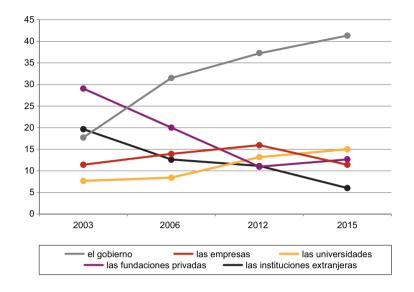
parte de las personas encuestadas señalaban que las fundaciones privadas y las instituciones extranjeras eran las principales fuentes de financiamiento del sistema científico-tecnológico. Esta visión, además, era más acentuada entre los sectores socio-económicos más favorecidos y las personas más educadas. En cambio, a partir de la segunda encuesta, en 2006, coincidente con una etapa de recuperación económica y social, comenzó a apreciarse la consolidación de una tendencia diferente: los argentinos empezaron a percibir que el sector público, y particularmente el gobierno, era el principal agente financiero del sistema de ciencia, tecnología e innovación en el país. Así, en la última medición de 2015, cuatro de cada diez personas encuestadas afirmaron que el gobierno es la principal fuente de financiamiento del sector. Se trata, por ende, del mismo orden de magnitud encontrado en la encuesta de 2012 (Gráfico 6).

La evolución de la percepción pública también muestra que el papel de las universidades se hizo más relevante. Lo mismo cabría decir para las empresas, aunque éstas perdieron fuerza en la última encuesta de 2015. Por el contrario, el peso de las instituciones extranjeras y de las fundaciones privadas se fue diluyendo con el paso del tiempo, constituyéndose en la contrapartida de lo que sucedió con el gobierno. En la encuesta de 2003, cinco de cada diez argentinos consideraba que eran las instituciones responsables de mantener el desarrollo científico-tecnológico local. En cambio, las mediciones posteriores fueron mostrando una caída progresiva en la consideración de la sociedad, al mismo tiempo que las instituciones locales cobraban relevancia.<sup>5</sup>

En el caso de Brasil también observamos un indicador relevante de evolución de la percepción pública sobre el nivel de desarrollo científico-tecnológico del país. Así es posible apreciar que la valoración positiva de los brasileños creció significativamente desde mediados de la década de los años 80 hasta la primera década del siglo XXI. Cuando el CNPq aplicó la primera encuesta en 1987, la mitad de la población opinaba que Brasil era un país atrasado en materia científicotecnológica, mientras que un cuarto de la población lo consideraba de rango intermedio y solo un diez por ciento avanzado (**Gráfico 7**).

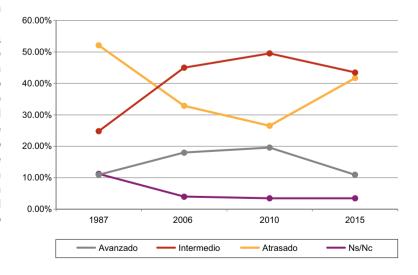
Diez años más tarde, esta tendencia se había invertido. La condición de atraso se había contraído veinte puntos y ahora casi la mitad del público creía que Brasil tenía una condición de país de desarrollo intermedio en ciencia y tecnología. Además, también se había duplicado la proporción de la población que ubicaba a Brasil como país adelantado. La nueva tendencia se mantuvo en la tercera encuesta de 2010, incluso con un leve repunte. En 2015, sin embargo, se advierte un retroceso que podría ser atribuible al contexto de retracción económica y crisis política que ha venido experimentando el país durante el último tiempo: la última encuesta de registró percepción un incremento significativo en la cantidad de personas que piensa que el país está atrasado y, en paralelo, un descenso de quienes piensan que está adelantado o se ubica en un nivel intermedio de desarrollo científico-tecnológico (Gráfico 7).

Gráfico 6. Evolución de la percepción pública sobre las fuentes que financianla CyT en la Argentina (%)



Fuente: elaboración propia

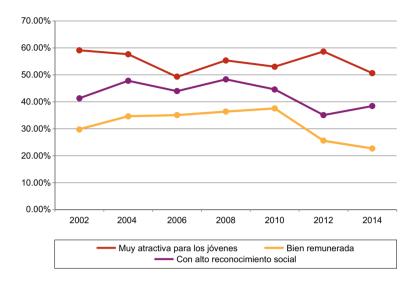
Gráfico 7. Evolución de la percepción pública sobre el nivel de desarrollo científico-tecnológico de Brasil (%)



Fuente: elaboración propia

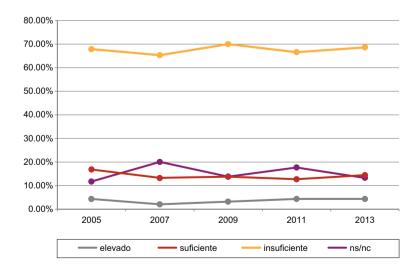
<sup>5.</sup> También existe una proporción en torno al 13% de la población que se ha mantenido estable a lo largo del tiempo y que representa a aquellas personas que no tienen una opinión formada sobre las fuentes de financiamiento, más acentuada en los estratos inferiores de educación y nivel socio-económico.

Gráfico 8. Evolución de la percepción pública sobre la profesión científica en España



Fuente: elaboración propia

Gráfico 9. Evolución de la percepción pública sobre el nivel de financiamiento gubernamental de la CyT en México



Fuente: elaboración propia

En el caso de España elegimos tres indicadores relativos al desarrollo de la profesión científica y que estuvieron presentes en todas las mediciones realizadas por la FECYT. La perspectiva evolutiva muestra que la evaluación del atractivo de la ciencia como una profesión para los jóvenes experimentó a lo largo del tiempo algunas fluctuaciones, aunque sin que éstas hayan sido muy acentuadas. En las tres primeras encuestas mostró una tendencia a la baja, para recuperarse un poco a partir del estudio de 2008, inmediatamente anterior a la crisis, v llegar a niveles de la primera encuesta en la medición de 2012, aunque volvió a contraerse a los niveles más bajos en la encuesta de 2014. Aun con ello, se trata de fluctuaciones superiores de los diez puntos porcentuales. El panorama general, no obstante, muestra que entre un 50% y 60% de la sociedad española cree que la ciencia y la tecnología son opciones profesionales atractivas para las nuevas generaciones (Gráfico 8).

Ahora bien, distinta es la valoración en lo que respecta al reconocimiento social y a la remuneración de los científicos. En ambos casos la tendencia indica que la mayor parte de los españoles ha venido sosteniendo una visión crítica que se acentuó con motivo de la crisis. Así, a lo largo de la serie se aprecia que en torno a cuatro o cinco de cada diez españoles consideraba que la ciencia v la tecnología gozan de un alto reconocimiento social, proporción que se contrajo a un tercio en la encuesta de 2012 v se recuperó un poco en la última medición. De la misma forma, alrededor de un tercio de la sociedad ha sostenido la opinión de que los científicos están bien remunerados, aunque tal proporción se redujo con motivo de la crisis económica (Gráfico 8).6

En el caso de México, el indicador elegido pone de manifiesto que a lo largo del tiempo ha prevalecido una percepción crítica sobre el esfuerzo financiero del gobierno para sostener el desarrollo científico-tecnológico. De forma estable, siete de cada diez mexicanos considera que los fondos para ciencia y tecnología son insuficientes. Sólo una cifra promedio del 14% de la población opina que se trata de recursos adecuados,

<sup>6.</sup> Durante el mismo período, los mismos indicadores en la Argentina mostraron la consolidación de una tendencia inversa. Es decir, se pasó de una visión crítica del salario de los científicos y del reconocimiento social a una percepción más favorable (para un análisis comparado de Argentina y España, véase Polino, 2014).

mientras que muy pocas personas los evalúan excesivos. La estructura de estas valoraciones atraviesa todos los estratos sociales. (**Gráfico 9**)

### **COMENTARIO FINAL**

En este artículo mostramos que Iberoamérica cuenta con una tradición bastante consolidada de encuestas nacionales de percepción pública de la ciencia que actualmente permiten la comparación de indicadores a nivel regional e internacional.

Las encuestas de la región se distribuyen, no obstante, de forma asimétrica según los países que se consideren. En Argentina, Brasil, España y México llevan aplicándose de forma rutinaria y por un tiempo suficientemente extenso, lo que habilita la realización de análisis longitudinales para ciertos indicadores a partir de los cuales es posible contrastar la evolución de la percepción pública sobre la actividad científica con cambios económicos, sociales y políticos que afectan a la travectoria de las sociedades. Así, estas encuestas constituyen un insumo para gestionar las políticas públicas de comunicación de la ciencia y cultura científica -por ejemplo, mediante un seguimiento del interés del público sobre los contenidos de ciencia y tecnología, de las visitas a museos, o de las actitudes frente a los impactos sanitarios medioambientales. Pero también son una fuente de información para examinar los factores latentes que condicionan las actitudes y, de esta forma, tener una visión más compleja sobre la dinámica de la evolución cultural de la ciencia.

Otros países como Uruguay, y en menor medida Panamá, se encaminan a disponer de una serie temporal definida. Cabría aplicar el mismo argumento para Colombia, aunque el problema allí es que hay un brecha de tiempo considerable entre la segunda (2004) y la tercera (2012) encuesta, lo que dificulta algunas comparaciones que se puedan realizar. La virtud de Colombia es que su última encuesta es reciente, lo que permite comparar sus resultados con los otros estudios actuales en la región, como hicimos en este trabajo. Además, en breve se realizará una cuarta encuesta, lo que mejorará la comparabilidad y afianzará la serie temporal.

Por otra parte, países como Chile, Paraguay y El Salvador están implementando o han terminado muy recientemente sus primeros ejercicios (el segundo en el caso de Chile). Ello permitirá que sus datos puedan utilizarse en breve en los análisis comparativos como el que realizamos en este artículo. En suma, a comienzos de 2016 podríamos comparar, por primera vez, indicadores que provienen de encuestas recientes de once países: Argentina (2015), Brasil (2015), Chile (2015), Colombia (2016), Costa Rica (2012), El Salvador (2015), España (2014), México

(2015), Panamá (2010), Paraguay (2015) y Uruguay (2014).

También es importante recordar que el trabajo de cooperación regional ha sido fundamental para disponer de indicadores plenamente comparables tanto a nivel regional como internacional. Sin embargo, no es menos cierto que la cantidad de indicadores comparables podría ser mayor si los países reforzaran acuerdos metodológicos a nivel de la formulación de las preguntas, las categorías de respuestas o las escalas de medición. El Manual de Antigua constituye, en este sentido, una guía metodológica para favorecer dicha comparabilidad en distintos niveles. Podría, con el tiempo, transformarse en la plataforma de un Iberobarómetro de percepción pública de la ciencia y la tecnología. En cualquier caso, una mayor integración metodológica mejoraría la performance de los datos y, de esta forma, tanto los diagnósticos que se puedan realizar cuanto la utilización de los indicadores por distintos usuarios, una preocupación en la que coinciden todos los ONCYT de la región, como se planteó en la reunión del comité técnico de la RICYT en Lisboa.

### **BIBLIOGRAFÍA**

ANII (2011): Encuesta de percepción pública sobre ciencia, tecnología e innovación, Uruguay, 2008, Montevideo, ANII.

AGUIRRE BASTOS, C, PALMA, L. y CUMBERBATCH, V. (2011): "The social perception of science in Panama", mimeo.

ÁVILA, P. y CASTRO, P. (2000): Contributos para uma análise e reformulação do Inquérito à Cultura Científica dos Portugueses, Lisboa, Observatório das Ciências e Tecnologias.

BAUER, M. (2014): "Survey research on public understanding of science", en M. Bucchi y B. Trench (eds.): *Handbook of Public Communication of Science and Technology*, Londres-Nueva York, Routledge, pp. 111-129.

BAUER, M. (2012): "The changing culture of science across old Europe", en M. Bauer, R. Shukla y N. Allum (eds.): The Culture of Science - How does the Public relate to Science across the Globe?, Londres/Nueva York, Routledge, pp. 92-109.

BAUER, M., ALLUM, N. y MILLER, S. (2007): "What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda", *Public Understanding of Science*, n° 16, pp. 79-95.

BAUER, M., PETKOWA, K. y BOYADJIEVA, P. (2000): "Public Knowledge of and Attitudes to Science: Alternative Measures That May End the "Science War", *Science, Technology, & Human Values*, vol. 25, n°1, pp. 30–51.

BAUER, M. y SHOON, I. (1993): "Mapping variety in public understanding of science", *Public Understanding of Science*, vol. 9, n° 3.

BROSSARD, D., SHANAHAN, J., RADIN, J. y LEWENSTEIN, B. (2001): "Scientific Literacy: Scientific and Technical Vocabularies in Media Coverage", 6th International Conference on Public Communication of Science & Technology, Ginebra, CERN.

CÁMARA HURTADO, M. y LÓPEZ CEREZO, J. A. (2012): "Political dimensions of scientific culture: Highlights from the Ibero-American survey on the social perception of science and scientific culture", *Public Understanding of Science*, vol. 21, n° 3, pp. 369-384.

CÁMARA HURTADO, M. y LÓPEZ CEREZO, J. A. (2010): "Political dimensions of scientific culture: highlights from the Ibero-American survey", *Public Understanding of Science*, Published online first: DOI: 10.1177/0963662510373871.

CONACYT (2014): Encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México, Enpecyt, 2013. Síntesis metodológica, México D.F.

CONACYT (2011): Encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México, Enpecyt, 2011. Síntesis metodológica, México D.F.

DAVIS, R. C. (1959): *The public impact of science in the mass media*, Survey Research Center, Monograph 25, Ann Arbor, University of Michigan.

DURANT, J. R. (1993): "What is scientific literacy?", en J. R. Durant y J. Gregory (eds.): *Science and culture in Europe, Londres, Science Museum*, pp. 129–137.

DURANT, J., BAUER, M., GASKELL, G., MIDDEN, C., LIAKOPOULOS, M. y SCHOLTEN, L. (2000): "Industrial and post-industrial public understanding of science", en M. Dierkes and C. Von Grote (eds.): *Between understanding and trust: The public, science and technology,* Reading, Harwood.

DURANT, J. R., EVANS, G. A. y THOMAS, G. P (1989): "The Public Understanding of Science", *Nature*, vol. 340, pp. 11–14.

EINSIEDEL, E. (1994): "Mental maps of science: knowledge and attitudes among Canadian adults", *International Journal of Public Opinion Research*, vol. 6, pp. 35-44.

EUROBAROMETER (1993): Europeans, Science and Technology - Public Understanding and Attitudes, Brussels, Commission of the European Communities, Brussels: European Commission.

EUROBAROMETER (2001): Europeans, Science and Technology, Eurobarometer 55.2, European Commission.

EUROBAROMETER (2005): "Europeans, Science and Technology, Special Eurobarometer 224", European Commission.

EUROBAROMETER (2010): "Science and Technology, Special Eurobarometer 340/ Wave 73.1", European Commission.

EUROBAROMETER (2013): "Responsibly Research and Innovation (RRI), Science & Technology", *Special Eurobarometer 401*, Brussels, European Commission.

EVANS. G. y DURANT, J. (1989): "Understanding of Science in Britain and the USA", en R. Jowell, S. Witherspoon y L. Brook (eds.): *British Social Attitudes,* 6th Report, Aldershot, Gower, pp. 105–120.

EVANS, G. y DURANT, J. (1995): "The relationship between knowledge and attitudes in public understanding of science", *Public Understanding of Science*, vol. 5, pp. 57-74.

FECYT (2010): Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España – 2009, Madrid.

FECYT (2007): Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España – 2006, Madrid.

FECYT-OEI-RICYT (2009): Cultura científica en lberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos, FECYT, Madrid.

GASKELL, G. y BAUER, M. (2001): Biotechnology 1996–2000: The Years of Controversy, London, Science Museum Press y East Lansing, Michigan State University Press.

IRWIN, A. y WYNNE, B. (1996): Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology, Cambridge, Cambridge University Press.

MCT (2015): "Percepção Pública da C&T no Brasil 2015". Disponible en: percepcaocti.cgee.org.br/.

MCT (2010): Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil. Resultados da enquete de 2010, Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social, Ministério da Ciência e Tecnologia.

MILLER, J. (1998): "The measurement of civic scientific literacy", *Public Understanding of Science*, vol. 7, pp. 203-223.

MILLER, J. D. (1992): "Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology", *Public Understanding of Science*, vol. 1.

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 (2014): La percepción de los argentinos sobre la investigación científica en el país. Tercera Encuesta Nacional (2012), Buenos Aires.

MORENO, C., TODT, O. y LUJÁN, J. L. (2010): "The context(s) of precaution: ideological and instrumental appeals to the precautionary principle", *Science Communication*, vol. 32, n° 1, pp. 76-92.

NSF (1986): *Science Indicators – 1985*, Washington, U.S. Government Printing Office.

NSF (1996): Science and Engineering Indicators – 1996, Washington, U.S. Government Printing Office.

NSF (2000): Science and Engineering Indicators – 2000, Washington, U.S. Government Printing Office.

NSF (2002): Science and Engineering Indicators 2002, Washington, U.S. Government Printing Office.

NSF (2006): "Science and Technology: Public attitudes and understanding", *Science and Engineering Indicators – 2006*, volumen 1, NSF, Arlington, VA.

NSF (2008): "Science and Technology: Public attitudes and understanding", *Science and Engineering Indicators – 2008*, volumen 1, NSF, Arlington, VA.

OECD (2015): Science, Technology and Industry Scoreboard 2015. Innovation for growth and society, Paris.

OCyT (2014): Percepciones de las ciencias y las tecnologías en Colombia. Resultados de la III Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, Bogotá.

PARDO, R. y CALVO, F. (2002): "Attitudes toward science among the European public: a methodological analysis", *Public Understanding of Science*, pp. 155-195.

PARDO, R. y CALVO, F. (2004): "The cognitive dimension of public perceptions of science: methodological issues", *Public Understanding of Science*, pp. 203-227.

PARDO, R. y CALVO, F. (2006): "Mapping perceptions of science in End-of-Century Europe", *Science Communication*, vol. 28, n° 1, pp. 3-46.

POLINO, C. (2007): "Regional effort toward and lberobarometer on public perception on science, scientific culture and citizenship participation", *International Indicators of Science and The Public Workshop*, The Royal Society, Londres, 5 y 6 de noviembre.

POLINO, C. (2011): Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos, Buenos Aires, OCTS-OEI.

POLINO, C. (2014): "Percepción social de la profesión y las carreras científicas. La situación en Argentina y España", *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España – 2012*, Madrid, FECYT.

POLINO, C. (2015a): "Public policies and scientific culture: the public perception of science & technology in Iberoamerica", *The measurement of science and innovation culture in a global context,* GRIPS-OECD Workshop, Tokio, octubre.

POLINO, C. (2015b): "Las encuestas de percepción pública de la ciencia en América Latina: estructura, evolución y comparabilidad", en L. Massarani (ed.): Red Pop: 25 años de popularización de la ciencia en América Latina, Río de Janeiro, RedPop-Unesco-Museo da Vida.

POLINO, C., CASTELFRANCHI, Y. (2012): "Information and attitudes towards science and technology in Iberoamerica", en M. Bauer, R. Shukla, N. Allum (eds.): The Culture of Science - How does the Public relate to Science across the Globe? Londres/Nueva York, Routledge.

POLINO, C., LÓPEZ CEREZO, J. A., CASTELFRANCHI, Y. y CÁMARA HURTADO, M. (2010): "Hacia la elaboración del 'Manual de Antigua'. Indicadores de percepción social de la ciencia y la tecnología", VIII Congreso

- Iberoamericano de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, Madrid, RICYT, OEI, AECID.
- POLINO, C., CHIAPPE, D. y MASSARANI, L. (2009): "La ciencia como profesión. Valoración pública a partir de una encuesta en grandes ciudades", *El Estado de la Ciencia*, Buenos Aires, RICYT.
- POLINO, C., LÓPEZ CEREZO, J. A., CASTELFRANCHI, Y. y FAZIO, M. E. (2006): "New tools and directions toward a better understanding of social perception of science in Ibero-American countries", The 9th International Conference on Public Communication of Science and Technology, Corea del Sur.
- RICYT (2015): Manual de Antigua. Indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología, Buenos Aires, RICYT-OEI.
- STURGIS, P. y ALLUM, N. (2004): "Science in Society: reevaluating the deficit model of public attitudes", *Public Understanding of Science*, vol. 13, pp. 55–74.
- VACCAREZZA, L., LÓPEZ CEREZO, J. A., LUJÁN, J. L., POLINO, C. y FAZIO, M. E. (2003): "Indicadores iberoamericanos de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana (2001-2002). Documento de base", documento de trabajo nº 7, Buenos Aires, Centro REDES. Disponible en: http://www.centroredes.org.ar/template/template.asp?nivel=documentos&cod=00.
- VOGT, C. (2012): "The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America", *Public Understanding of Science*, vol. 21, n° 1, pp. 4-16.
- VOGT, C. y POLINO, C. (2003): Percepción pública de la ciencia. Resultados de la encuesta en Argentina, Brasil, España y Uruguay, FAPESP, LABJOR/UNICAMP, OEI, RICYT/CYTED, San Pablo.
- WYNNE, B. (1992a): "Misunderstood misunderstanding: social identities and public uptake of science", *Public Understanding of Science*, vol. 1, pp. 281-304.
- WYNNE, B. (1995): "Public Understanding of Science", en Jasanoff et al (eds.): *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage, pp. 361-388.

# 3.3. PLANES ESTRATÉGICOS Y PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN IBEROAMÉRICA

# FACUNDO ALBORNOZ, VICTORIA ANAUATI Y EZEQUIEL GARCÍA LEMBERGMAN \*

### INTRODUCCIÓN

La asociación entre el desarrollo de las sociedades y la capacidad de generar conocimiento es tan clara que todos los gobiernos adoptan distintas estrategias para incentivar la investigación y desarrollo (I+D) en sus países. De hecho, la I+D tiene un rol fundamental en el crecimiento económico a través de su efecto sobre la productividad total de los factores y la producción de conocimiento. En los últimos años, diversos trabajos han mostrado la elevada rentabilidad social de esta inversión (Rouvinen, 2002; Hall, Mairesse y Mohnen, 2009; Lederman y Maloney, 2003). A pesar de su aceptada importancia, el consenso es menor respecto a cuál es la estrategia que permite amplificar el impacto de la inversión en I+D.

Los países adoptan diferentes enfoques a la hora de desarrollar sus estrategias en I+D. A efectos prácticos, es posible clasificar el gasto total en I+D según cómo se oriente a diferentes áreas específicas. En particular, se puede distinguir entre inversión horizontal (sin áreas específicas) e inversión direccionada.¹ En particular, Iberoamérica incrementó de manera considerable la inversión en I+D durante la última década. La mayoría de los países de la región ha direccionado, con distinta intensidad, una parte importante de sus esfuerzos a través de planes estratégicos que, con distinto grado de formalización, canalizan recursos a campos científicos que se consideraron prioritarios (Albornoz y García Lembergman, 2015). La implementación de planes

estratégicos se lleva a cabo mediante instrumentos de promoción específicos. Evaluar el impacto científico de los planes estratégicos implica, entonces, analizar cuál es el efecto de sus instrumentos. El presente estudio propone estudiar el impacto de los instrumentos de planes estratégicos (IPE de aquí en más) sobre la producción de conocimiento, entendiendo ésta como la cantidad de artículos científicos publicados.

La primera tarea de nuestro análisis consistió en construir una base de datos original que combina distintas fuentes y contiene tanto datos de publicaciones científicas como de los IPE por país y área prioritaria en los países de Iberoamérica durante el periodo 1996-2013.2 Utilizando esta base de datos se estimó, mediante técnicas econométricas, el efecto de los IPE sobre la cantidad de publicaciones en las áreas que fueron incentivadas. Los resultados hallados indican que los IPE tienen un impacto positivo en la producción de conocimientos en las áreas abarcadas por el plan. En particular, en nuestra especificación preferida, se observa implementación de un IPE aumenta un 14% la cantidad de publicaciones científicas en aquella área que es incentivada. Sin embargo, mostramos también que el efecto de los IPE no persiste en el tiempo. Esto sugiere que los planes requieren ser mantenidos para prolongar su impacto. Como corolario al efecto principal, encontramos que los IPE tienen un efecto negativo sobre la cantidad de publicaciones en aquellas áreas no abarcadas por su plan estratégico. Esto sugiere que la inversión direccionada provoca un efecto sustitución en favor de las áreas priorizadas.

<sup>\*</sup> Facundo Albornoz: Universidad de San Andrés y CONICET, Argentina. Victoria Anauati: Universidad de San Andrés, Argentina. Ezequiel García Lembergman: UC Berkeley, Estados Unidos.

<sup>1.</sup> Existen ejemplos exitosos de programas primordialmente horizontales, así como también de programas direccionados. Por ejemplo, Hwang and Gerami (2007) muestran que para la OECD los dos tipos de programas incrementan las tasas de crecimiento del PBI, la cantidad de patentes y la producción total de los factores (PTF). Sin embargo, encuentran que los programas estratégicos basados en el direccionamiento de recursos hacia áreas seleccionadas tienen mayor efectividad en traducir inversión en conocimiento en resultados.

<sup>2.</sup> Los países de Iberoamérica incluidos en este análisis son aquellos para los cuales fue posible identificar una inversión direccionada, a saber: Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, España, El Salvador, Guatemala, México, Parama, Perú, Nicaragua, República Dominicana y Uruguay.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera. En la primera sección se caracteriza la evolución de las publicaciones y el gasto en I+D en Iberoamérica con el fin de enmarcar el contexto de esta investigación. En la segunda sección se describen las principales fuentes utilizadas para construir la base de datos. En la tercera sección se presenta la estrategia empírica utilizada y se reportan los principales resultados. Por último, se entrega una serie de conclusiones.

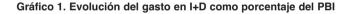
### 1. DATOS

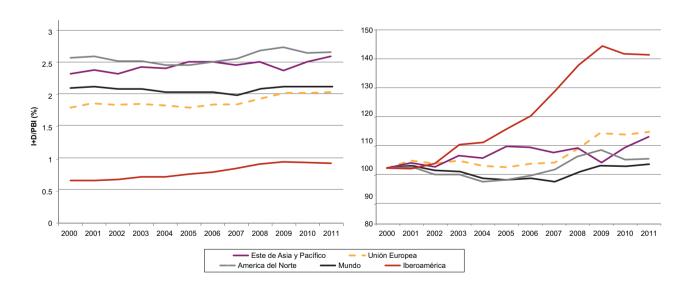
El presente estudio utilizó datos provenientes de dos fuentes principales. En primer lugar, los datos sobre planes estratégicos y sus características principales, tales como los IPE aplicados, el año de implementación y los sectores afectados para los distintos países de Iberoamérica, fueron tomados de la base de datos de Políticas CTI, plataforma que releva las principales políticas e instrumentos vigentes en el área de ciencia, tecnología e innovación.<sup>3</sup> Con el fin de cuantificar los planes estratégicos e identificar sus IPE, se consideraron aquellos instrumentos tangibles que aplican los gobiernos a campos científicos específicos, a saber: fondos de promoción de la investigación científica y tecnológica direccionados, fondos sectoriales y programas de áreas prioritarias.

En segundo lugar, la cantidad de publicaciones científicas de Iberoamérica, desagregada por país y área temática, se obtuvo de la base de referencias bibliográficas de literatura científica de Scopus. Se utilizó esta base puesto que, en general, es una de las principales bases utilizada por estudios bibliométricos y evaluaciones de producción científica. El período analizado abarca desde 1996 hasta 2013, último año con datos disponibles para todas las variables.

### 2. CONTEXTO

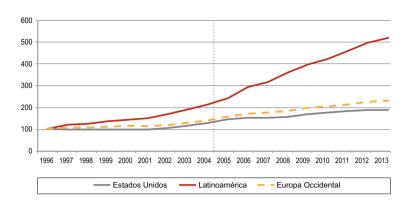
Durante la última década, impulsados por factores externos (meiora en términos de intercambio) e internos (dinamismo de los mercados locales) que permitieron a la región un fuerte crecimiento económico, algunos países de Iberoamérica aumentaron considerablemente su inversión en I+D, lo que aumentó el gasto promedio de la región, llevando a una disminución de la brecha con respecto a los países más avanzados. El Gráfico 1, en sus paneles A v B, proporciona evidencia de la evolución del gasto en I+D para Iberoamérica y otras regiones seleccionadas. Es posible observar que en los últimos años los esfuerzos en I+D han crecido en Iberoamérica a un ritmo considerablemente mayor que el de las regiones de mayores ingresos per cápita. Esto se puede notar con mayor claridad en el Panel B, donde se toma como base el año 2000. Esta evidencia indica que, al menos en la última década, la región ha hecho esfuerzos en pos de achicar la amplia brecha que la separa de las regiones de mayor nivel de desarrollo.





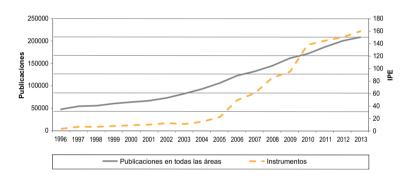
Fuente: RICYT (Iberoamérica) y WDI-Banco Mundial (resto de las regiones)

Gráfico 2. Evolución de las publicaciones (1996=100)



Fuente: Scopus

Gráfico 3. Evolución de las publicaciones e IPE en Iberoamérica



Fuente: Políticas CTI (Instrumentos) y Scopus (publicaciones)

Este crecimiento en los gastos en I+D tuvo su correlato en la proliferación de planes estratégicos у, por tanto. en implementación de IPE en los países de Iberoamérica (Gráfico 3). La estrategia para incentivar la I+D tuvo la particularidad de ser heterogénea entre los países de la región. Por un lado, un grupo de países adoptó estrategias "horizontales", las incentivan de forma general todas las áreas temáticas. Por el otro, un grupo de países decidió adoptar planes estratégicos, los cuales utilizaron instrumentos focalizados en áreas científicas prioritarias, concentrando los esfuerzos en ellas (Tabla 2).4 Asimismo, también se encuentran diferencias dentro de las estrategias direccionadas (Tabla 1). Cada país identificó sus áreas prioritarias a partir de parámetros relacionados a sus especificidades.

A la par de que los países de Iberoamérica elaboraban e implementaban sus planes estratégicos, se fue observando un aumento de la cantidad de publicaciones científicas en la región. El Gráfico 2 muestra la evolución de las publicaciones de Estados Unidos, Europa Occidental y Latinoamérica entre 1996 y 2013 (tomando como año base las publicaciones en 1996). El ritmo de aumento de las publicaciones en Latinoamérica ha sido claramente mayor al de Estados Unidos y Europa occidental. Esta tendencia se torna aun más marcada a partir de 2005, año que coincide con la proliferación de nuevos IPE en la región de Iberoamérica, como se puede observar en el Gráfico 3.

Tabla 1. Publicaciones IPE por área de conocimiento

	IPE			Publicaciones		
Área estratégica	2001 - 2004	2009 - 2013	Diferencia	2001 - 2004	2009 - 2013	Variación (%)
Agropecuario/Agroindustria	13	89	76	38.633	129.517	235,2
Bioquímica, Genética y Biología Molecular	0	24	24	39.866	96.626	142,4
Ciencias ambientales	6	84	78	14.352	48.707	239,4
Ciencias de Computación	1	96	95	13.524	87.987	550,6
Artes, Humanidades, Psicología y Economía	1	28	27	13.167	91.667	596,2
Energía	0	43	43	3.713	19.545	426,4
Ingeniería	4	34	30	29.266	105.526	260,6
Matemática y Física	15	55	40	50.734	143.595	183,0
Materiales	4	43	39	19.826	57.619	190,6
Medicina	4	46	42	75.139	236.449	214,7
Negocios, Administración y Contabilidad	0	24	24	1.607	13.543	742,8
Química	0	27	27	28.493	69.505	143,9
Total	48	593	545	328.320	1.10 0.286	235,13

Fuente: Políticas CTI (IPE) y Publicaciones (Scopus)

<sup>4.</sup> Naturalmente, planes horizontales y direccionados no son necesariamente excluyentes, pues la mayoría de los países adoptó una combinación de ambos. Sin embargo, es posible clasificar de forma relativa a los países según han orientado más recursos a planes horizontales o direccionados.

El gráfico anterior permite observar que tanto las publicaciones como los IPE crecieron a un ritmo significativo durante la última década. Sin embargo, una pregunta que surge de este análisis es si este crecimiento fue común a todas las áreas o hay áreas específicas que dinamizaron el crecimiento en publicaciones. La Tabla 1 presenta la cantidad de IPE y de publicaciones entre 2001 y 2004 y entre 2009 y 2013 agrupadas por área temática de acuerdo al esquema de clasificación propuesta por Scopus.<sup>5</sup> Entre las áreas temáticas que han recibido más se encuentran computación -priorizando principalmente el área de tecnología de la información y comunicación (TIC) y software-, ambiente -en particular

crecimiento acelerado- seguida por las áreas de artes y humanidades, psicología y economía, computación y energía.

En el mismo sentido, resulta interesante caracterizar qué países tuvieron mayor participación en motorizar este crecimiento de las publicaciones. En la tabla a continuación se puede observar que los países que más aumentaron sus publicaciones científicas durante el periodo fueron Colombia, Perú, Brasil, Chile y los países de Centroamérica. Asimismo, si bien Argentina, Costa Rica y México implementaron un gran número de IPE, el ritmo de crecimiento de sus publicaciones ha sido menor. Una

Tabla 2. Publicaciones e IPE por país

País		IPE			Publicaciones	s
	2001 -2004	2009 -2013	Diferencia	2001 -2004	2009 -2013	Variación (%)
Argentina	1	121	120	20.544	51.085	148,7
Bolivia	0	24	24	399	1.153	189,0
Brasil	12	23	11	65.120	241.617	271,0
Chile	20	35	15	9.990	36.891	269,3
Colombia	0	15	15	3.665	26.305	617,7
Costa Rica	0	115	115	1.161	2.851	145,6
El Salvador	1	4	3	106	435	310,4
España	0	14	14	128.224	363.819	183,7
Guatemala	4	43	39	223	812	264,1
México	6	69	63	28.131	78.982	180,8
Nicaragua	0	4	4	113	468	314,2
Panamá	0	28	28	523	1.844	252,6
Perú	0	55	55	1.196	5.286	342,0
República Dominicana	0	16	16	95	375	294,7
Uruguay	4	27	23	1.531	4.683	205,9
Total	48	593	545	261.021	816.606	212,9

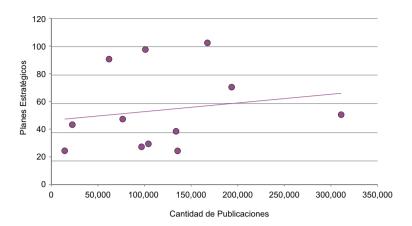
Fuente: RICYT (IPE) y Publicaciones (Scopus)

temas vinculados con biodiversidad, ecología y agua-, agropecuaria y agroindustria, matemáticas y física, medicina e ingeniería. Por su lado, si nos enfocamos en las publicaciones, se puede observar que las áreas con mayor cantidad de publicaciones en el periodo 2001-2013 fueron las de medicina, matemática y física, y agropecuaria y agroindustria, cuyas publicaciones representaron alrededor del 50% de las publicaciones totales en dicho periodo. Adicionalmente, las áreas más dinámicas a la hora de producir conocimiento, y aquellas en donde se presentó el mayor crecimiento en el stock de publicaciones en la región, han sido la de negocios, administración y contabilidad -área pequeña pero de

particularidad de Argentina y México es que el nivel inicial de publicaciones era considerablemente alto, lo que pareciera indicar que el impacto de los planes estratégicos sobre las publicaciones es más fuerte en países que no se destacan por su producción de conocimiento. De todas maneras, aun en estos países, se observa que las publicaciones se han duplicado durante el periodo.

Finalmente, el **Gráfico 4** permite analizar la información de las **Tablas 1** y **2** en forma global. Se observa que en el periodo analizado podría existir una posible relación directa entre la cantidad de IPE y la producción de conocimiento en aquellas áreas temáticas que incentiva el plan en este conjunto de países. La siguiente sección abordará empíricamente esta posible relación.

Gráfico 4. Evolución de los IPE y la cantidad de publicaciones en áreas prioritarias (2001-2013)



Fuente: RICYT (IPE) y Publicaciones (Scopus)

### 3. PLANES ESTRATÉGICOS Y PUBLICACIONES ACADÉMICAS

En la sección anterior se han presentado observaciones preliminares sobre la evolución de las publicaciones y los IPE en la región. En esta sección se analiza empíricamente el impacto de los IPE sobre la producción de conocimiento. En particular, se utilizaran técnicas econométricas para identificar cómo se relacionan las áreas de conocimiento que mayor éxito tuvieron en el periodo, en término de sus publicaciones académicas, con aquellas fomentadas por los planes específicos de cada país. Es decir, se analizará si los esfuerzos direccionados hacia las diferentes áreas estratégicas efectivamente han afectado la evolución relativa de la producción de conocimiento en esos campos.

### 3.1. Estrategia empírica

Esta primera aproximación pretende identificar los parámetros que describen el impacto de incentivar una determinada área mediante la aplicación de instrumentos ejecutores de un plan estratégico en la producción de conocimientos. Para ello se estima el siguiente modelo:

$$publicaciones_{ijt} = \alpha + \beta IPE_{ijt} + \gamma_i + \delta_j + \lambda_j + \epsilon_{ijt}$$

donde *publicaciones* es el logaritmo natural de una variable que indica la cantidad de artículos académicos en el país i, en el área temática j en el año t, IPE es una variable de tipo dummy con valor igual a 1 si existe al menos un IPE en el país i y área temática j en el año t, y  $\epsilon$  es el término de error. Además, esta especificación incluye efectos fijos por país, área y año, representados por  $\gamma$ ,  $\delta$  y  $\lambda$  respectivamente. Incluir efectos fijos por país permite tomar en cuenta las características inobservables de cada país que permanecen invariantes a lo largo del tiempo y pueden estar correlacionadas con las variables exógenas. De forma similar, incluir efectos fijos por área permite controlar por cualquier característica de las mismas que sea constante en el tiempo. Por otra parte, incluir efectos fijos por año permite eliminar tendencias

existentes, como por ejemplo cambios de políticas, que afectan de manera idéntica la cantidad de publicaciones en todos los países y áreas temáticas a lo largo del tiempo. Por último, las variables se expresan en logaritmos.

Una forma de interpretar la estimación es la siguiente: la publicación de artículos académicos depende de cuatro componentes, el primero de ellos responde a características específicas de cada país y es capturado por los efectos fijos que se incluven por país, lo cuales consideran características invariables en el tiempo como el tamaño de los países, la cultura, estructura, etc. Por ejemplo, España tiene siempre más publicaciones académicas. independientemente del área, que el resto de los países. El segundo componente responde a características específicas de cada área temática, constantes en el tiempo: por ejemplo, el área de medicina es la que más artículos académicos publica a lo largo del tiempo. El tercer componente, el de nuestro interés, es la inversión direccionada en I+D mediante la aplicación de IPE. Finalmente, el cuarto componente responde a especificidades regionales que caracterizan la época analizada, las cuales son capturadas por la tendencia. Esta elimina cambios en el tiempo que afectan de igual forma a todos los países de la región. Por ejemplo, si los países en 2003 deciden conjuntamente aumentar el gasto en I+D como política regional, esto se verá reflejado en el coeficiente de la tendencia.

### 3.2. Resultados: efecto de los IPE sobre la cantidad de publicaciones

Los resultados de la estimación se describen en la Tabla 3. En la columna 1 se presenta la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sin incluir efectos fijos. Se puede observar que el coeficiente asociado con la variable IPE es positivo y significativo al 1%. En particular, el coeficiente estimado indica que las áreas que cuentan con al menos un IPE producen un 183% más de publicaciones que aquellas que no. Sin embargo, parte de este efecto puede atribuirse a características específicas a los países o a una tendencia creciente del uso de planes y de las publicaciones durante el periodo. Es por esto que la columna 2 incluye efectos fijos por país lo que purga cualquier característica específica de un país invariante en el tiempo (por ejemplo: tamaño del país), y efectos fijos por año lo que elimina los efectos de la tendencia. Al purgar el coeficiente de estas cuestiones, continuamos observando un efecto positivo y significativo de los IPE sobre la cantidad de publicaciones, aunque ahora se reduce considerablemente. En particular, el efecto de un IPE sobre las publicaciones en dicho sector, bajo esta especificación, es de un 93%. Aun baio esta especificación, el coeficiente podría estar captando efectos espurios toda vez que existan características específicas a las áreas que afecten tanto a la cantidad de publicaciones como a la existencia de instrumentos y planes que sean invariantes en el tiempo y afecten a todos los países de la muestra. Por ejemplo, si en Iberoamérica siempre hay más publicaciones en agroindustria y siempre hay más IPE orientados a planes estratégicos en dicho sector, nuestro coeficiente estaría sesgado. Para aliviar este problema potencial, en la columna 3 agregamos efectos fijos por área y, como era de esperarse, el coeficiente cae considerablemente a 12%. Por último, la especificación reportada en la columna 4 reduce aún más la posibilidad de que el coeficiente esté sesgado, ya que incluye efectos fijos por año y efectos fijos por la interacción país-área. Incluir estos últimos permite controlar características específicas a la combinación país-áreas invariables en el tiempo que afectan tanto la existencia de instrumentos como la cantidad de publicaciones. Por ejemplo, evita que el efecto de un IPE sobre la cantidad de publicaciones se confunda por un país abundante en recursos naturales que siempre tiene más instrumentos y más publicaciones en esa área. En definitiva, en esta especificación lo que comparamos es el efecto del IPE sobre la cantidad de publicaciones para el mismo país y la misma área estratégica. Los resultados para esta especificación, que utilizaremos como benchmark en lo que sigue de esta sección, se presentan en la columna 4. Estos indican que, en promedio, un IPE aumenta un 14% la cantidad de artículos académicos publicados en dicha área.

Adicionalmente, es posible explorar el efecto de la cantidad de IPE que incentivan un área, sobre la generación de conocimientos en dicha área prioritaria. Para ello, la siguiente especificación pretende cuantificar el impacto de incentivar una determinada área mediante un IPE en la producción de conocimientos de dicha área:

$$publicaciones_{ijt} = \alpha + \beta cant\_IPE_{ijt} + \gamma_i + \delta_j + \lambda_j + \epsilon_{ijt}$$

al igual que en la especificación anterior es el logaritmo natural de la cantidad de artículos académicos en el país i, en el área temática j en el año t, mientras que  $cant\_IPE$  es el logaritmo natural de una variable cuantitativa que indica la cantidad de IPE en el país i y área j en el año t, y  $\epsilon$  es el término de error. Esta especificación también incluye efectos fijos por país, área y año, representados por  $\gamma$ ,  $\delta$  y  $\lambda$  respectivamente con el fin de purgar del término de error aquellas características inobservables de cada país que quedan invariantes a lo largo del tiempo y pueden ser correlacionadas con las variables exógenas, como así también características de las áreas estratégicas que sean constantes en el tiempo y posibles tendencias.

Tabla 3. Efecto de los IPE sobre la cantidad de publicaciones académicas

	(1)	(2)	(3)	(4)
IPE <sub>ikt</sub>	1.832*** (0.099)	0.933*** (0.076)	0.121*** (0.036)	0.140*** (0.027)
EF año	No	Si	Si	Si
EF país	No	Si	Si	No
EF área	No	No	Si	No
EF (país*área)	No	No	No	Yes
Observaciones	5,668	5,668	5,668	5,668
R2	0.049	0.628	0.900	0.965

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

La Tabla 4 muestra los resultados de esta estimación. La columna 1 muestra la estimación por MCO sin incluir efectos fijos. La columna 2 incluye efectos fijos por país y efectos fijos por año. La columna 3 agrega efectos fijos por área temática y la columna 4 incluye efectos fijos por año y efectos fijos por la interacción país-área, lo cual permite controlar características específicas a la combinación paísárea invariables en el tiempo que afectan tanto la existencia de IPE como la cantidad de publicaciones. En línea con los resultados anteriores, los coeficientes asociados con la cantidad de instrumentos son positivos y significativos al 99% de confianza en todos los casos. Debido a que las variables están expresadas en logaritmo natural, es posible interpretar dicho coeficiente como una elasticidad, la cual indica el cambio porcentual de la cantidad de publicaciones en determinada área ante el cambio porcentual de la cantidad de IPE en dicha área. De esta forma, un incremento del 1% en la cantidad de instrumentos estaría asociado a un incremento del 185% de las publicaciones en dicha área (columna 1). Al purgar del término de error la tendencia y cualquier característica específica de un país invariante en el tiempo, se encuentra que la elasticidad disminuye, como es de esperarse, a 98%, pero continúa siendo estadísticamente significativa (columna 2). Adicionalmente, si se eliminan aquellas características específicas a las áreas que puedan afectar tanto a la cantidad de publicaciones como a la existencia de instrumentos que sean invariantes en el tiempo y afecten a todos los países de la muestra, se encuentra una elasticidad positiva У significativa, considerablemente menor. Bajo esta especificación, un incremento del 1% en la cantidad de instrumentos estaría asociado a un incremento del 15% de las publicaciones en aquellas áreas incentivadas (columna 3). Finalmente, la especificación reportada en la columna 4 reduce aún más la posibilidad de que el coeficiente esté sesgado, puesto que incluye efectos fijos por año y efectos fijos por la interacción país-área, lo cual permite controlar características específicas a la combinación país-área

Tabla 4. Efecto de la cantidad de IPE en la cantidad de publicaciones académicas

	(1)	(2)	(3)	(4)
cant_IPE <sub>ikt</sub>	1.894*** (0.104)	0.981*** (0.075)	0.151*** (0.036)	0.135*** (0.028)
EF año	No	Si	Si	Si
EF país	No	Si	Si	No
EF área	No	No	Si	No
EF (país*área)	No	No	No	Yes
Observaciones	5,668	5,668	5,668	5,668
R2	0.046	0.627	0.900	0.965

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados.

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05. \* p<0.1

invariables en el tiempo que afectan tanto la existencia de planes como la cantidad de publicaciones. Los resultados para esta especificación indican que, en promedio, un incremento del 1% de un instrumentos aumenta un 13.5% la cantidad de artículos académicos publicados en dicha área prioritaria.

El efecto de un IPE sobre la generación de conocimientos en aquella área que es incentivada podría ser persistente en el tiempo. Con el fin de explorar esta hipótesis, la **Tabla 5** muestra los resultados de estimar el siguiente modelo de regresión:

publicaciones 
$$_{iit}$$
 =  $\alpha$  +  $\beta$ cant\_IPE  $_{iit}$  +  $\lambda$ cant\_IPE  $_{iit-1}$   $\gamma_i$  +  $\delta_i$  +  $\lambda_i$  +  $\epsilon_{iit}$ 

donde es el logaritmo natural de la cantidad de artículos académicos en el país i, en el área temática j en el año t, mientras que  $cant\_IPE_t$  y  $cant\_IPE_{t-1}$  es el logaritmo natural de una variable cuantitativa que indica la cantidad de instrumentos aplicados por planes estratégicos en el país i y área j en el año t y t-1, respectivamente.  $\epsilon$  es el término de error y  $\gamma$ ,  $\delta$  y  $\lambda$  representan efectos fijos por país, área y año, respectivamente.

La columna 1 de la Tabla 5 reporta los coeficientes estimados por MCO sin incluir efectos fijos. La columna 2 incluye efectos fijos, por país de forma de controlar por cualquier característica específica de un país invariante en el tiempo, como por ejemplo el tamaño del país, y efectos fijos por año, con el fin de eliminar la tendencia. La columna 3 además agrega efectos fijos por área y la columna 4 incluye efectos fijos por año y efectos filos por la interacción país-área, lo cual permite controlar características específicas a la combinación país-área invariables en el tiempo que afectan tanto la existencia de planes e instrumentos como la cantidad de publicaciones. Los resultados indican que en todas las especificaciones la variable de inversión en IPE genera un efecto positivo y estadísticamente significativo en la cantidad de publicaciones en el área que incentiva el plan. Sin embargo, el coeficiente asociado a la variable de inversión en IPE rezagada un periodo de tiempo no resulta estadísticamente significativo bajo ninguna de las especificaciones de la Tabla 5. Esto indica que el efecto de un IPE no parecería persistir en el tiempo en la generación de conocimientos en el área incentivada.

Tabla 5. Persistencia del efecto de un IPE en la producción de conocimientos

	(1)	(2)	(3)	(4)
cant_IPE <sub>ikt</sub>	1.736***	0.854***	0.194***	0.152***
	(0.252)	(0.156)	(0.070)	(0.048)
cant_IPE <sub>ikt</sub>	0.151	0.158	-0.055	-0.032
	(0.273)	(0.171)	(0.075)	(0.050)
EF año	No	Si	Si	Si
EF país	No	Si	Si	No
EF área	No	No	Si	No
EF (país*área)	No	No	No	Yes
Observaciones	5,353	5,353	5,353	5,353
R2	0.046	0.630	0.902	0.966

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

## 3.3. Impacto de los IPE sobre las áreas no incentivadas: derrame de conocimiento o sustitución

En la sección anterior mostramos que aquellas áreas seleccionadas como prioritarias, y por tanto recibiendo apoyo financiero, aumentan la cantidad de publicaciones. Asimismo, mostramos que la probabilidad de que un área empiece a producir publicaciones en un país aumenta si es seleccionada en un plan estratégico direccionado. En esta sección, nos preguntamos cómo afectan los IPE a aquellas áreas que no son consideradas como prioritarias.

En principio, la dirección del efecto es ambigua. Por un lado, existe literatura que plantea que incentivar áreas estratégicas puede generar derrames de conocimientos sobre otras áreas aumentando la producción de conocimiento de estas últimas, aun cuando no reciban apoyo directo. Por otro lado, es posible que se genere un efecto sustitución en el cual investigadores que se encuentran en la intersección entre dos áreas orienten sus esfuerzos hacia las áreas financiadas por el plan y se reduzcan las publicaciones en las áreas no seleccionadas.

Con el fin de dilucidar empíricamente el efecto del plan direccionado sobre las áreas no seleccionadas, estimamos el efecto cruzado de un IPE que incentiva el área sobre la generación de conocimientos en el área k.

Formalmente, el modelo de regresión es el siguiente:

$$publicaciones_{ijt} = \alpha + \beta IPE_{ikt} + \gamma_i + \delta_j + \lambda_j + \epsilon_{ijt}$$

donde *publicaciones* es una variable que indica la cantidad de artículos académicos en el país i, en la área j en el año t, IPE es una variable de tipo dummy con valor igual a 1 si existe al menos un plan estratégico en el país i y área k (para  $\forall k \neq j$ ) en el año t y  $\epsilon$  es el término de error. Se incluyen efectos fijos por país, área; además se incluye una tendencia. Igual que en especificaciones anteriores, las variables se expresan en logaritmos.

Los resultados que se presentan en la **Tabla 6**. Se puede observar que incentivar un área mediante la aplicación de un IPE reduce las publicaciones académicas en las otras áreas un 15%. Por ejemplo, un IPE que incentive agronomía en un país y año determinado tiene un efecto negativo en las publicaciones académicas agroindustria si esta área no fue incentivada. Esto sugiere que el efecto sustitución prima por sobre el efecto derrame. O puesto de otra forma, al diseñar un plan estratégico direccionado hay que considerar que, si bien el área priorizada va a crecer, el instrumento va a generar un efecto negativo sobre las publicaciones científicas en aquellas áreas que no son elegidas. Esto resulta especialmente importante si consideramos que en muchos casos no es obvio cuáles sectores son los mejores para dinamizar la producción de conocimiento, y errores en la elección pueden llevar a desincentivar áreas que eran clave para el desarrollo.

Tabla 6. Efecto indirecto de un IPE en otras áreas

	(1)
IPE <sub>ikt</sub>	-0.158*** (0.000)
Constante	2.327*** (0.000)
EF país-área EF año	Si Si
Observaciones R2	5,668 0.966

Errores estándar robustos entre paréntesis. Efectos fijos no reportados. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

### CONCLUSIONES

Si bien la asociación entre el desarrollo de las sociedades y la capacidad de generar conocimiento es tan clara que los gobiernos adoptan distintas estrategias para incentivar la investigación y desarrollo en sus países, aún no existe un consenso sobre cuál es la estrategia que permita garantizar que la inversión en I+D conduzca a una mayor producción de conocimientos. Este trabajo pretende contribuir a este debate al establecer la relación entre los IPE y la producción científica en aquellas áreas priorizadas. Esto adquiere mayor importancia al considerar que, durante la última década, Iberoamérica se ha caracterizado por sus esfuerzos en incentivar la I+D.

Mediante la utilización de técnicas econométricas se identificó la asociación empírica entre aquellas áreas temáticas que mayor éxito tuvieron en el periodo 1996-2013, en término de la cantidad de publicaciones, y aquellas fomentadas por los planes estratégicos de cada país.

En primer lugar, nuestros resultados indican que incentivar un área mediante un IPE tiene un impacto positivo en la producción de conocimientos. En particular, en nuestra especificación preferida, se observa que un IPE aumenta un 14% la cantidad de publicaciones científicas en aquella área que es incentivada. En segundo lugar, estos instrumentos tienen un impacto temporal limitado y requieren entonces su mantenimiento para que su efecto persista. En tercer lugar, encontramos que los IPE tienen un efecto negativo sobre la cantidad de publicaciones en aquellos campos que no abarca. Esto sugiere que la inversión direccionada provoca un efecto sustitución en favor de las áreas priorizadas por el plan.

En resumen, los resultados que se desprenden de esta investigación indican que los esfuerzos direccionados hacia diferentes áreas efectivamente han afectado de forma positiva la evolución relativa de la producción de conocimiento en esos campos. De esta forma, los resultados hallados se convierten en insumos relevantes para la definición de políticas públicas orientadas a potenciar la producción de conocimientos en una región que se caracterizó durante los años estudiados por una tendencia creciente en la inversión en I+D.

### **BIBLIOGRAFÍA**

ALBORNOZ, F. y GARCÍA LEMBERGMAN, E. (2015): "Perspectivas para la Ciencia y Tecnología en lberoamérica", El Estado de la Ciencia - Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericanos / Interamericanos (2015), Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericana e Interamericana- (RICYT).

HALL, B. H., MAIRESSE, J., y MOHNEN, P. (2009): *Measuring the Returns to R&D* (No. w15622), National Bureau of Economic Research.

HWANG, J., y GERAMI, M. (2007): "Analysis of investment in knowledge inside OECD countries", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, n° 25.

LEDERMAN, D. y MALONEY, W. F. (2003): Research and development (R&D) and development (No. 3024), The World Bank.

ROUVINEN, P. (2002): "R&D-productivity dynamics: Causality, lags, and 'dry holes", *Journal of Applied Economics*, vol. 5, n°1, pp. 123-156.

### ANEXO. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS DE CONOCIMIENTO EN SCOPUS

El sistema de clasificación de áreas de conocimiento de Scopus está basado en 27 áreas temáticas principales y en 313 subcategorías específicas. La siguiente tabla describe las categorías y subcategorías consideradas en el presente trabajo, las cuales tienen su correlato con aquellas áreas de conocimiento incentivas por los planes estratégicos.

Categoría y subcategoría	Descripción
Aeroespacial	Subcategoría del área de Ingeniería.
Tecnología en Agua	Subcategoría del área de Ciencias Ambientales.
Ambiente	Área de Ciencias Ambientales excluyendo subcategoría de Tecnología en Agua.
Arquitectura	Subcategoría del área de Ingeniería.
Biotecnología	Subcategoría del área Bioquímica, Genética y Biología Molecular.
Matemáticas y Física	Área de Matemática, Física y Astronomía.
Energía	Área de Energía.
Electrónica	Electrónica, Óptica y Materiales Magnéticos (subcategoría del área de Ciencia
	de los Materiales) e Ingeniería Electrónica (subcategoría del área de Ingeniería).
TIC	Área de Ciencias de Computación (excluyendo software) y subcategoría
	de Comunicación.
Industria	Industria e Ingeniería de fabricación (subcategoría del área de Ingeniería).
Ingeniería	Área de Ingeniería excluyendo subcategoría de Ingeniería aeroespacial,
	Arquitectura e Ingeniería electrónica, Industria e Ingeniería de fabricación.
Materiales	Área de Ciencia de los Materiales excluyendo las categorías de Nanotecnología
	y Electrónica, Óptica y Materiales Magnéticos.
Medicina	Área de Medicina.
Nanotecnología	Subcategoría del área de Ciencias de los Materiales.
Turismo	Subcategoría del área Negocios, Administración y Contabilidad.
Química	Área de Química.
Software	Subcategoría de Ciencias de Computación.
Agropecuario/Agroindustria	Área de Agricultura y Ciencias Biológicas
Ciencias Sociales y Humanidades	Área de Ciencias Sociales (excluyendo la subcategoría de Comunicaciones),
	Artes, Humanidades, Psicología y Economía
Tecnología	Gestión de Tecnología e Innovación (subcategoría del área de Negocios,
	Administración y Contabilidad)