

Con ciencia y tecnología propias construimos nuestro destino

Actualidad y Perspectivas del Sistema Científico Tecnológico de Argentina

Un sistema de ciencia y tecnología propio y robusto es un pilar fundamental para los países que apuestan al desarrollo. Es la simiente que debería engendrar el desarrollo social y económico para el siglo XXI en nuestro país. La inversión a largo plazo en ciencia y tecnología es crucial para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Argentina, al posibilitar la configuración de un tejido productivo más dinámico y capaz de generar empleos. Asimismo, es vital en cuestiones como la generación de energía limpia y sustentable, el diseño de materiales para introducir mejoras importantes en los procesos industriales, la producción social de medicamentos, la mejora en el diagnóstico precoz y tratamiento de enfermedades, la identificación de las causas y dinámicas de la pobreza, el diseño y aplicación de políticas de seguridad, la solución de problemas de contaminación ambiental, el fortalecimiento de los lazos sociales a través del conocimiento de nuestro pasado y presente cultural, el desarrollo de políticas públicas para el conocimiento y uso sustentable de nuestra biodiversidad y recursos naturales, por citar sólo algunos ejemplos.

Nuestro sistema de CyT cuenta hoy con personal altamente capacitado pero presenta serias limitaciones que impiden cumplir su función social. Entre las principales causas se encuentran las restricciones presupuestarias acentuadas en los últimos años que ponen al descubierto falencias estructurales históricas [Anexo I]. Por otra parte, en los últimos veinte años Argentina ha incrementado su inversión pero a un ritmo de 0,01% PBI/año, mientras que los países desarrollados lo han hecho en promedio tres veces más rápido. En consecuencia, la brecha entre nuestro país y los países desarrollados aumenta cada año.

Argentina tiene una larga tradición en CyT de alto nivel. Nuestro país estuvo a la cabeza de la región latinoamericana por su desarrollo científico y tecnológico, pero desde el tercio final del siglo pasado fue relegando esa posición [Anexo II]. Si se toma como parámetro del “tamaño del sistema científico” del país el número de publicaciones citables, se observa que entre 1996 y 2016 la Argentina creció 3 veces, mientras que Brasil, Chile y México lo hicieron 8, 7 y 5 veces respectivamente. Algo similar se observa al considerar como medida la cantidad de citas, rubro en el que nuestro país ha mostrado un severo descenso en el ranking internacional en las últimas décadas. Asimismo, debe señalarse que el sistema nacional de CyT presenta un claro desequilibrio en términos regionales. Actualmente la casi totalidad de la actividad en CyT (medida en producción de artículos citables) se encuentra en tan sólo 7 provincias y Capital Federal; y en cada una de ellas, en no más de 2 concentraciones urbanas importantes, salvo en la Provincia de Buenos Aires.

Para revertir estas tendencias, es menester que la CyT sea asumida como una política de estado. Solo una planificación a largo plazo permite que los frutos de la inversión sean palpables para la comunidad toda. Ello implica la necesidad de comenzar a discutir una legislación integral y acciones específicas entre los distintos actores involucrados (comunidad científica, sector productivo, sector privado, administración pública, etc.) que la incluya planificación de actividades, evaluación de pautas presupuestarias y definición de indicadores que permitan estimar el avance de los planes. El apoyo a la ciencia básica es fundamental, así como la definición de temas o áreas de interés estratégico específico para canalizar la inversión en ciencia y tecno-

logía que deberá ser parte fundamental de este amplio debate. Uno de los principales desafíos de la actualidad es la transformación de conocimiento científico en innovaciones industriales. Para lograr esto se hace necesario cerrar la brecha existente entre el laboratorio de investigación científica y la producción, lo cual implica desarrollar la nueva tecnología hasta hacerla atractiva para las inversiones de capital [Anexo III]. Es necesario también impulsar medidas que resuelvan la falta de articulación que hoy muestra el sistema nacional de ciencia y tecnología. Para ello deben fortalecerse los vínculos entre las distintas instituciones nucleadas en el sistema de CyT, el sector productivo, el sector privado y la administración pública (nacional, provincial y municipal). Esta articulación deberá incorporar criterios y acciones tendientes a una mayor equidad en términos federales.

Por otra parte, es indispensable construir sobre la estructura existente, mantener activos los desarrollos que han sido exitosos y que han llevado décadas de inversión humana y de capital. Un ejemplo es el sector nuclear, con casi setenta años de desarrollo, que ha sido desarticulado y resiste dando frutos de altísimo nivel, así como la tecnología satelital encarada y llevada adelante con éxito durante casi treinta años. Las Instituciones que han sido creadas con el fin de articular con el sector productivo deben ser fortalecidas en su tarea de promover el desarrollo federal en base a la transferencia tecnológica.

Asimismo, resulta imperioso apuntar a políticas de estado que superen la discriminación de género en el sistema de CyT [Anexo IV]. Si bien es cierto que la Argentina no muestra las formas más agudas de desigualdad de género que se verifican en otros países de la región, existen brechas importantes que deben ser removidas.

ANEXO I

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INVERSIÓN NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

En 2016, la inversión total en Ciencia y Tecnología representó el 0,56% del PBI. Esta cifra resulta entre cuatro y cinco veces menos a la exhibida por países desarrollados como Estados Unidos (2,73%), Alemania (2,92%) y Francia (2,27%), y se ubica asimismo muy por debajo de la inversión asignada en Brasil (1,34%) [1]. No ocurre lo mismo con la inversión en educación, área fuertemente relacionada con la Ciencia y Tecnología.

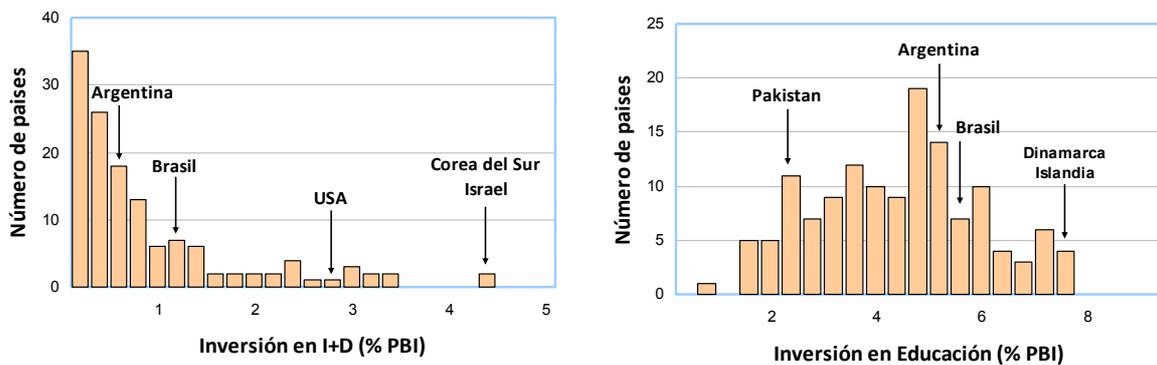


Figura 1. Inversión en I+D (izquierda) y en educación (derecha) como porcentaje del PBI para 135 países (2013 – 2015 según disponibilidad de datos para cada país). Se indica la posición de algunos países como referencia. Datos: UNESCO <http://data.uis.unesco.org/> (adaptado de [1]).

En el periodo 2010-2017 este índice osciló entre un 0,55 % en 2017 y 0,64 % en 2012 [2].

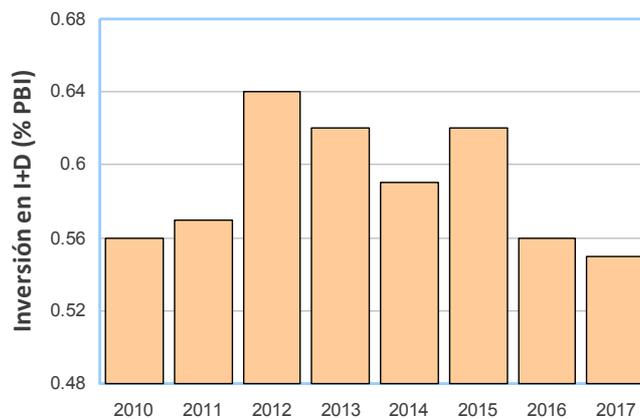


Figura 2. Inversión en I+D en relación con el PBI. Datos de Indicadores de Ciencia y Tecnología Argentina 2017 (Adaptado de [2]).

Cuando miramos estas cifras en una escala temporal más amplia vemos que la inversión en CyT en nuestro país aumenta, pero al compararlo con otros países notamos que lo hace a un ritmo demasiado lento. En los últimos veinte años Argentina ha incrementado su inversión a un ritmo de 0,01% PBI/año cuando los países desarrollados lo hacen en promedio tres veces más rápido. Estados Unidos lo hace a un ritmo de 0,02% PBI/año, mientras que Alemania al 0,04% PBI/año. En consecuencia, la brecha entre nuestro país y los países desarrollados aumenta año a año.

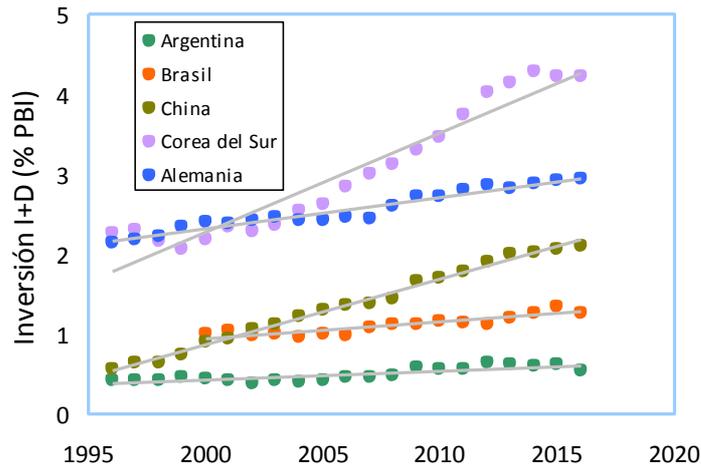


Figura 3. Evolución de la inversión en I+D expresada en porcentaje del PBI para 5 países de referencia. Fuente: UNESCO <http://data.uis.unesco.org/> (adaptado de [1]).

Para alcanzar niveles competitivos de inversión, los países que se han desarrollado en el último siglo, como Israel, China y Corea del Sur incrementaron su inversión en CyT a un ritmo promedio de 0,1% PBI/año durante 10-30 años [1].

A modo de conclusión consideramos que nuestro país debería acordar una política de crecimiento sostenido de la inversión en el sector CyT si pretende lograr una economía competitiva a nivel internacional en un mediano plazo.

Referencias

- [1] Stefani F, “Rol actual y futuro de la ciencia en la innovación industrial y el crecimiento económico argentino”. Disponible en https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2019/05/Docuemnto_Stefani.pdf
- [2] Aliaga J. Dinero para la ciencia argentina: cómo acceder a la información sobre el presupuesto y entenderlo. AAPC, 2019. Disponible en https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2019/05/Documento_Aliaga.pdf

ANEXO II

INDICADORES DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA EN ARGENTINA

Si se toma como parámetro del “tamaño del sistema científico” del país la cantidad de publicaciones anuales, se observa que nuestro país está por debajo de la tendencia marcada por los países desarrollados en relación a su población.

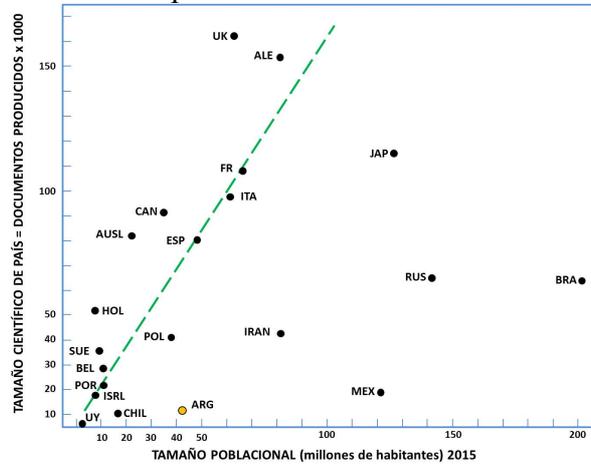


Figura 4. Correlación entre tamaño de la población y tamaño del sistema científico. Fuente: Anuarios de las Naciones Unidas y Scimago (adaptado de [1]).

En relación a otros países latinoamericanos, Argentina muestra un bajo nivel de crecimiento entre 2010 y 2016.

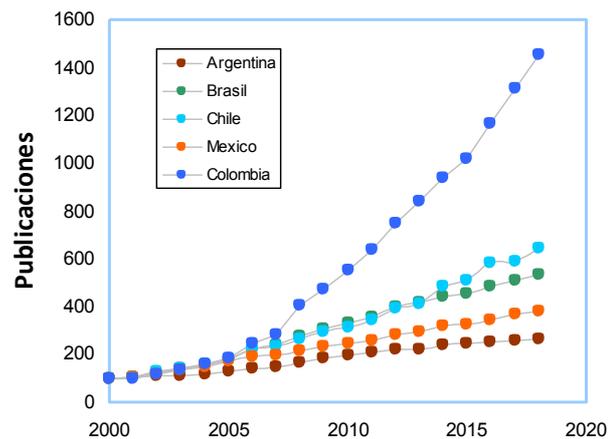


Figura 5. Publicaciones de científicos latinoamericanos en el periodo 2010-2017. A los fines de la comparación se toma como base 100 la cantidad de publicaciones en el año 2010. Fuente: Scopus (adaptado de [2]).

Algo similar se observa si tomamos como parámetro el número de publicaciones citables. Podemos observar que entre 1996 y 2016 la Argentina creció 3 veces, mientras que Brasil, Chile y México lo hicieron 7,7, 6,9 y 4,5 respectivamente.

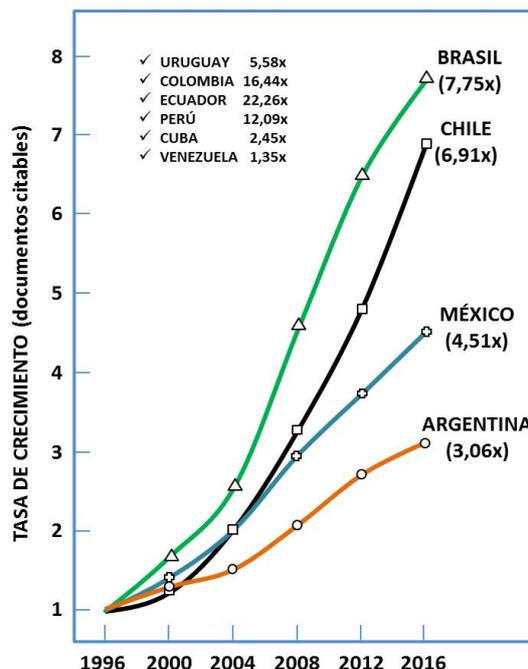


Figura 6. Tasa de crecimiento de países latinoamericanos para la generación de documentos citables. Fuente: Scopus, marzo 2019 (adaptado de [1]).

Ello ha significado un descenso de siete posiciones relativas en el ranking de países. En cuanto a cantidad de citas, otro de los parámetros usuales para medir el “tamaño científico” de un país, la Argentina también ha exhibido un descenso aún más marcado en el ranking entre 1996 y 2016, en este caso, de diez posiciones [1].

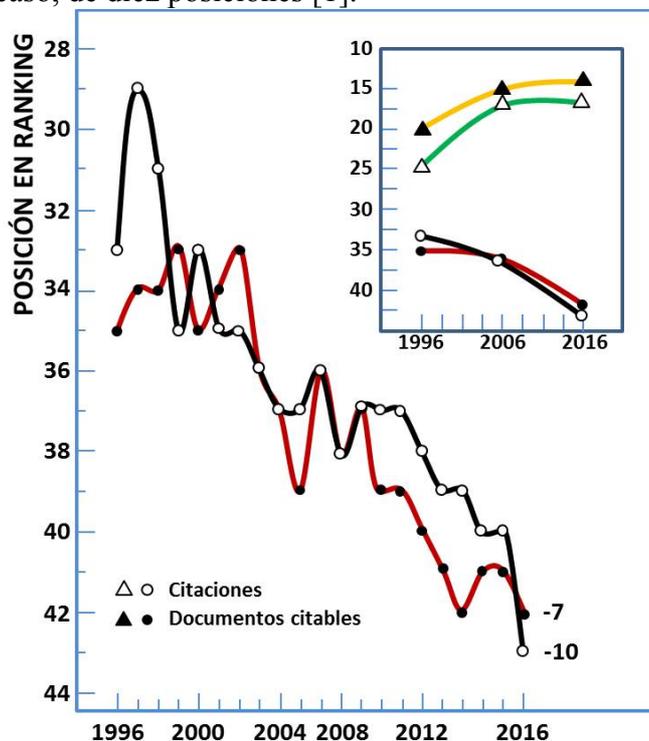


Figura 7. Posiciones en el Ranking de Países, según Scimago 2018, a lo largo de 20 años (1996-2016) en base a la generación de documentos y a las citas a esos documentos. Fuente: Scimago, mayo 2018 (adaptado de [1]).

Asimismo, debe señalarse que el sistema nacional de CyT de nuestro país presenta un claro desequilibrio en términos regionales. Actualmente la casi totalidad de la actividad en CyT (medida en producción de artículos citables) se encuentra en tan sólo 7 provincias y Capital

ANEXO III INSTITUTOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

La transformación de conocimiento científico en innovaciones industriales es uno de los principales desafíos de la actualidad. Para lograr esto se hace necesario cerrar la brecha existente entre el laboratorio de investigación científica y la producción, lo cual implica desarrollar la nueva tecnología hasta hacerla atractiva para las inversiones de capital [1]. Sin embargo, muchos emprendimientos potencialmente exitosos no logran superar esta brecha. En los últimos años se trabajado intensamente en mejorar la planificación del desarrollo tecnológico a través de ajustes en base a sondeos periódicos del avance y de evaluaciones continuas de su oportunidad comercial, lo cual condujo a un notable aumento en la eficiencia de las inversiones en innovación industrial [2].

El seguimiento del desarrollo de una nueva tecnología desde su descubrimiento en un laboratorio científico hasta su incorporación en un producto o proceso industrial requiere de instrumentos de evaluación específicos. La asignación de niveles de madurez tecnológica (TRL, technology readiness level) y de niveles de madurez de fabricación MRL (manufacturing readiness level) son dos de las métricas más utilizadas [3].

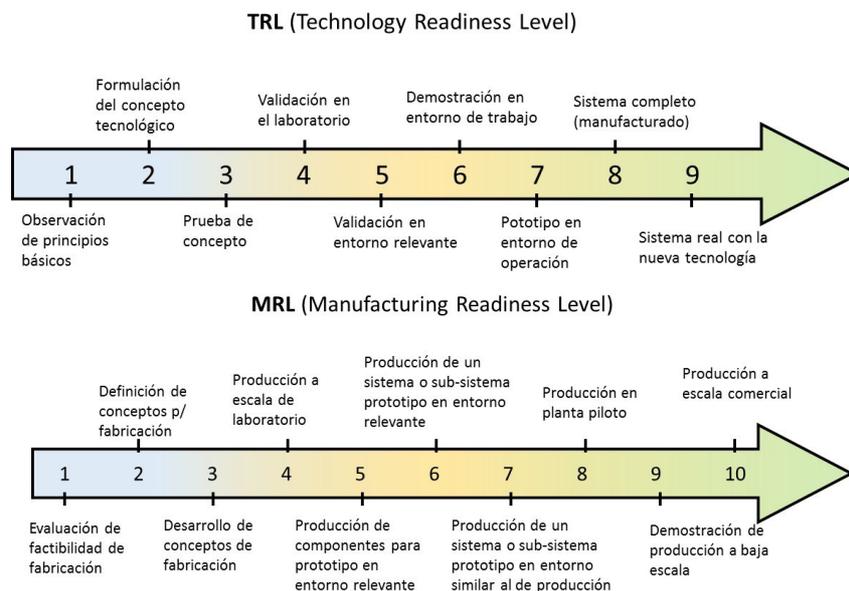


Figura 9. Niveles de madurez tecnológica (technology readiness level, TRL) y Niveles de madurez de fabricación (manufacturing readiness level, MRL) que una nueva tecnología debe superar hasta la producción a escala comercial (tomado de [1]).

El avance en la madurez tecnológica (TRL) depende casi exclusivamente de las características de la nueva tecnología mientras que el avance en la madurez de fabricación (MRL) y la oportunidad comercial dependen también de factores externos (como por ejemplo la aparición de nuevos materiales o componentes durante la etapa de desarrollo). Por esta razón se hacen necesarias las evaluaciones periódicas de TRL, MRL y de mercado para ir ajustando las estrategias de inversión.

La Figura 10 muestra esquemáticamente cómo se distribuye la inversión en I+D en función de la madurez tecnológica, desde el descubrimiento de una posible nueva tecnología hasta su aplicación a escala de producción comercial.

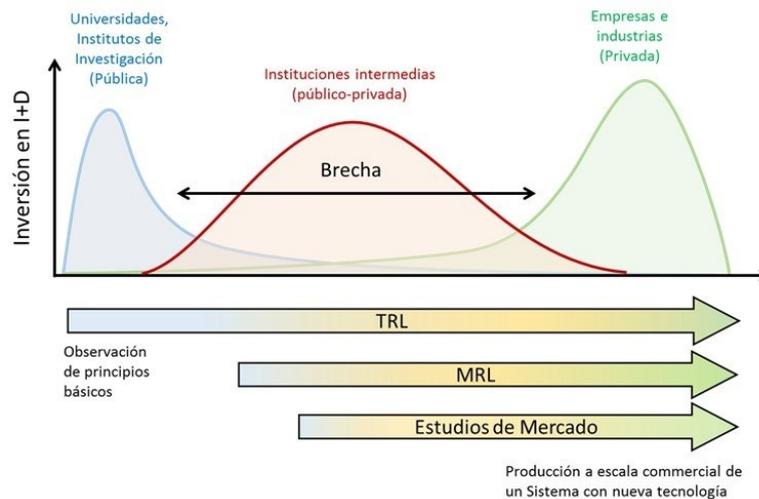


Figura 10. Distribución de la inversión en I+D según el grado de madurez tecnológica en un sistema que cumple el ciclo completo de innovación (tomado de [1]).

Las universidades y centros de investigación trabajan en la generación de nuevos conocimientos y eventualmente desarrollan tecnologías hasta su validación en el laboratorio (TRL 3-4). Las empresas e industrias concentran su inversión en I+D en tecnologías con cierto grado de madurez ($TRL > 6$ y $MRL > 4$) para llevarlas a escala de producción. El espacio entre ambos extremos requiere del trabajo interdisciplinario de científicos, ingenieros, economistas, expertos en marketing, logística, comercialización, financiación y captación de capitales de riesgo. En la mayoría de los países desarrollados se han creado instituciones intermedias especializadas en el desarrollo y en la evaluación de nuevas tecnologías para su aplicación comercial a futuro. Su misión es crear y llevar a la práctica tecnologías útiles para la industria y la sociedad, promover una infraestructura industrial robusta y sostenible, y de este modo aumentar la competitividad industrial.

La Sociedad Fraunhofer de Alemania es probablemente la más destacada entre las instituciones de este tipo. Comenzó sus actividades en 1949 y al día de hoy cuenta con 72 institutos distribuidos por todo el territorio alemán, especializados en 8 grandes áreas: Tecnología de la información y la comunicación; Investigación en innovación; Defensa y seguridad; Ciencias de la vida; Luz y superficies; Materiales y componentes; Microelectrónica; y Producción. En años posteriores otros países han ido incorporando Institutos de Innovación, entre ellos Holanda en 1932 (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research-TNO), Taiwan en 1973 (Industrial Technology Research Institute-ITRI), Japón en 2001 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology-AIST) y Corea del Sur en 2009 (Korea Institute for the Advancement of Technology-KIAT).

De especial interés son los casos de Estados Unidos y Reino Unido, países líderes en la generación de conocimiento científico. Hace unos años reconocieron que, a pesar de su ventaja científica, su liderazgo en la producción de alta tecnología estaba declinando, y reaccionaron rápidamente construyendo redes de institutos destinados a impulsar la innovación industrial inspirados en el modelo alemán, la National Network for Manufacturing Innovation (USA) y los Catapult Centers (UK).

A modo de conclusión consideramos que nuestro país debería considerar la construcción de Institutos de Innovación Tecnológica siguiendo los ejemplos que han resultado exitosos en otros países. Estos Institutos no deberían resultar de la reconversión de las actuales unidades de investigación, ya que la fortaleza de la investigación básica es el sustrato necesario para el funcionamiento de estos nuevos Institutos. También se deberían implementar políticas activas para incentivar la demanda de CyT en el sector productivo de bienes y servicios.

Referencias

- [1] Stefani F, “Rol actual y futuro de la ciencia en la innovación industrial y el crecimiento económico argentino”. Disponible en https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2019/05/Docuemnto_Stefani.pdf
- [2] Cambridge Associates - Private Investment Series (Nov 2015). “Venture Capital Disrupts Itself: Breaking the Concentration Curse”. Disponible en <https://www.cambridgeassociates.com/research/venture-capital-disrupts-itself-breaking-the-concentration-curse/>
- [3] Fernandez JA, SANDIA Report SAND2010-7595, SANDIA National Laboratory (Nov 2010). “Contextual Role of TRLs and MRLs in Technology Management”. Disponible en : <https://prod-ng.sandia.gov/techlib-noauth/access-control.cgi/2010/107595.pdf>

ANEXO IV

POLITICAS DE GÉNERO EN EL SECTOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La igualdad de género en los distintos ámbitos, es una de las prioridades de UNESCO [1,2]. En particular, el reconocimiento en las mujeres de capacidades para el trabajo científico y tecnológico es una de las cuentas pendientes en nuestra sociedad [3].

Es cierto que la Argentina no muestra las formas más agudas de desigualdad de género que se verifican en otros países de la región. No obstante, existen brechas importantes que deben ser removidas. En efecto, tanto el sistema educativo como el de CyT argentinos confirman patrones de género por disciplinas que muestran, por ejemplo, la escasa participación femenina (tan sólo un 19%) en las áreas de Tecnologías de la información y comunicación.

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	El Salvador	España	México	Portugal	Puerto Rico	Uruguay
Educación	79%	77%	80%	68%	67%	76%	73%	82%	77%	15%
Salud y bienestar	74%	76%	78%	73%	75%	73%	68%	77%	75%	78%
Artes y humanidades	70%	57%	54%	51%	59%	59%	58%	62%	57%	68%
Ciencias sociales, periodismo e información	68%	70%	67%	69%	67%	64%	70%	70%	70%	73%
Ciencias naturales, matemáticas y estadísticas	66%	60%	47%	56%	51%	51%	52%	62%	62%	64%
Administración de empresas y derecho	58%	58%	56%	63%	60%	57%	55%	59%	58%	64%
Servicios	44%	63%	51%	47%	63%	46%	30%	46%	43%	24%
Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria	41%	49%	47%	42%	23%	43%	34%	64%	49%	41%
Ingeniería, industria y construcción	40%	35%	17%	34%	17%	26%	28%	33%	22%	48%
Tecnologías de la información y la comunicación	19%	15%	13%	27%	28%	14%	32%	23%	22%	20%

Figura 10. Graduados en educación superior por género y campo de conocimiento. Las celdas están coloreadas en un gradiente en el que el color verde equivale a 100% de mujeres y rojo a 0% de mujeres. Fuente: Red INDICES - 2016 o último dato disponible (adaptado de [4]).

Existe, asimismo, una clara brecha en la participación de mujeres en el conjunto de investigaciones de cada sector, siendo muy baja la presencia femenina en el sector empresarial, a diferencia de la mayor paridad que se observa en los centros públicos de I+D. En la Argentina, sólo el 27% de quienes investigan en empresas son mujeres, mientras que en el sector público y en el sector educativo, supera el 50%.

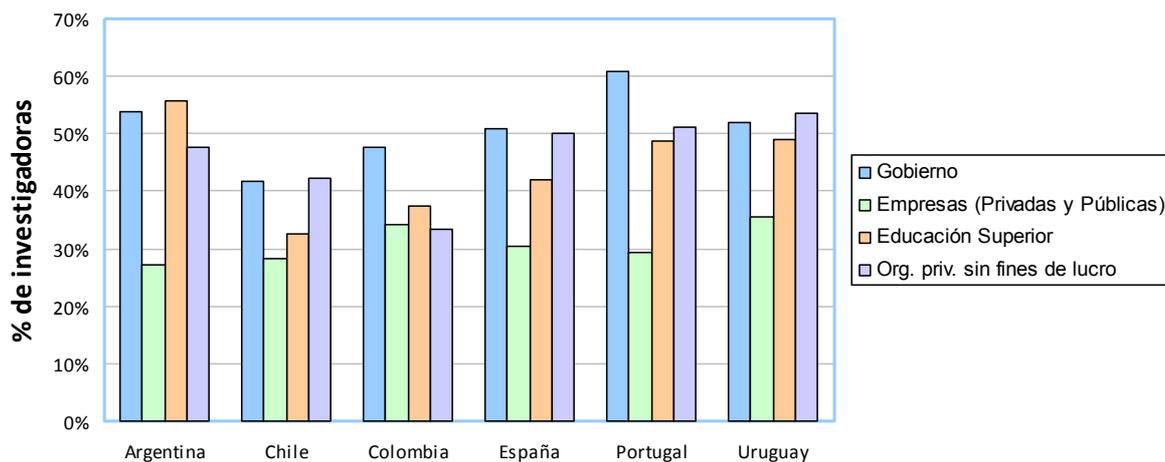


Figura 11. Porcentaje de investigadoras por sector. Fuente: RICYT – 2016 (Adaptado de [4])

Finalmente, se puede hacer referencia a la producción científica, en la que se observa una brecha entre las autoras y autores más productivos. En la Argentina, las mujeres representan el 54% del total de autores, mientras que son sólo el 43% del decil más productivo [4]. A modo de conclusión consideramos que un plan integral de CyT debería incluir acciones tendientes a garantizar la igualdad de oportunidades eliminando todo tipo de discriminación por género así como por cualquier condición o circunstancia personal o social.

Referencias

- [1] Connel RW, "Gender and Power", Cambridge, University Press (1987).
- [2] Rossinter M, "Women Scientists in America", Baltimore, the John Hopkins University Press, ISBN 0-8018-2509-1 (1982)
- [3] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. The Role of Science, Technology, Innovation, and Partnerships in the Future of USAID. U.S. Agency for International Development. Disponible en <http://www.nap.edu/read/24617/chapter/1>
- [4] Albornoz M, Barrere R, Matas L, Osorio L y Sokil J. "Las brechas de género en la producción científica Iberoamericana", *Papeles del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, de la Organización de Estados Iberoamericanos*, octubre 2015. Disponible en <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?las-brechas-de-genero-en-la-produccion-cientifica-iberoamericana>