CIECTI
Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación

ÁREA TEMÁTICA

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS RECIENTES DE POLÍTICAS DE CTI EN PAÍSES EMERGENTES: REFLEXIONES Y LECCIONES PARA ARGENTINA

Políticas CTI en países emergentes. Análisis comparado de experiencias heterogéneas y su aplicabilidad en Argentina.

Asociación Civil Grupo REDES

Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en Países Emergentes

-Informe final de proyecto-

Noviembre de 2015

Índice

Introducción 4

1. Los BRICS y otros países emergentes 7

2. Hacia una tipología de países emergentes 35

3. Un marco para el análisis de instrumentos 62

Comentarios finales 121

Referencias biblográficas 123

Anexo 128

El presente informe de avance contiene los resultados alcanzados en el proyecto "Políticas CTI en países emergentes. Análisis comparado de experiencias heterogéneas y su aplicabilidad en Argentina", desarrollado por un equipo de expertos del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior - REDES- dirigido por Mario Albornoz y con la participación de Rodolfo Barrere, Pablo Sánchez Macchioli, Laura Osorio y Magalí Turkenich. En el análisis de Sudáfrica se contó con la colaboración de Ariel Gordon. Asimismo, para el análisis de los modelos estilizados se consultó la opinión de Carlos Aguirre, Facundo Albornoz, Ignacio Ávalos, Lucas Luchilo y Carlos Pérez Rasetti.

Introducción

En el contexto de la economía globalizada se utiliza la denominación de países "emergentes" para señalar a aquellos que, sin pertenecer al grupo de los países de industrialización avanzada, vienen creciendo a altas tasas sobre la base de una amplitud de recursos de población, territorio, materias primas y mercado interno. El término emergente es relativamente ambiguo y se aplica también a países que se industrializan rápidamente, merced a políticas muy definidas en tal sentido.

Ambos rasgos tienden a coincidir, por cuanto los países que crecen sobre la base de su dotación de recursos deben tratar de dar pasos firmes hacia la industrialización, lo que implica movilizar recursos de conocimiento científico y tecnológico, además de estimular sus capacidades innovadoras.

Un caso particular dentro de ellos lo constituyen los BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica), un grupo sindicado así inicialmente en documentos académicos y financieros, que fue adquiriendo cierta concreción política para avanzar en temas de interés común. Además de crecer a tasas excepcionales, estos países ocupan la superficie más grande del planeta y su población es también la más numerosa. Sin embargo, han hecho pocos avances conjuntos en ciencia y tecnología. Sus indicadores son, en general, más bajos que los de los países con mayor desarrollo, con la marcada excepción de China.

Casi todos ellos pueden ser considerados como "recién llegados" al ámbito científico y tecnológico, excepto Rusia, ya que este país hereda parte de las capacidades alcanzadas por la Unión Soviética, particularmente en temas relacionados con la defensa y el espacio, entre otras prioridades de la guerra fría.

En tal sentido, analizar las políticas que estos países ponen en práctica es un ejercicio de gran interés por cuanto permitiría estilizar estrategias, correlacionar las diferentes políticas con sus contextos concretos, analizar desempeños y valorar resultados. Es evidente que un estudio de tales características aportará lecciones para Argentina, tanto en el proceso de formulación de sus propias estrategias de desarrollo, como en la evaluación de experiencias que puedan aplicadas en el contexto local.

Se parte del supuesto, generalmente aceptado, de que las políticas de ciencia, tecnología e innovación son instrumentos indispensables para el desarrollo de los países y la construcción de la economía y la sociedad del conocimiento. No obstante, un análisis de estas políticas y de su impacto en diferentes países muestra que tal supuesto debe ser matizado; en algunos casos, fuertemente. La evidencia muestra que las políticas de ciencia, tecnología e innovación y, sobre todo, su impacto, varían según los perfiles de cada país, en función de aquellos elementos diferenciales referidos a sus rasgos productivos, la dotación de

recursos humanos disponible, las capacidades en I+D y los distintos estilos de vinculación entre los actores públicos y privados.

La diversidad de las políticas se expresa en el tipo de instrumentos que se utilizan, las estrategias de inversión en capacidades de I+D, los instrumentos de vinculación, los sistemas de información, los incentivos que se disponen para la movilización de los diferentes actores, tanto académicos como productivos, y los estímulos a la cultura de la innovación. En razón de las diferencias tan marcadas entre países, es evidente que no todas las políticas son trasladables de uno a otro, sin considerar los contextos y sus eventuales similitudes. En el análisis de las políticas públicas es fundamental conocer, además, cuando ello es posible, el proceso previo a la adopción de las políticas, especialmente quién las propuso, cómo se construyó la agenda y cuáles fueron los resultados alcanzados.

Se ha señalado que un rasgo común en la trayectoria de los países emergentes es que el crecimiento de su economía no se ha basado–salvo excepciones- en la innovación o en el aporte de la I+D desarrollada en ellos. Sin embargo, parecen estar compelidos a modificar esta situación mediante políticas e instrumentos ajustados a sus necesidades y capacidades. De aquí que sea esperable encontrar una diversidad de la cual sea posible extraer lecciones para su eventual aplicación del caso argentino, pese a que algunos indicios preliminares sugieren que algunas de las políticas que adoptan contienen ciertos rasgos miméticos con los de los países más avanzados.

Algunas preguntas que conviene, entonces, abordar son:

- ¿En qué medida las políticas de ciencia, tecnología e innovación han sido importantes para el desarrollo de los países?

- ¿En qué medida su éxito está condicionado por patrones comunes o por los contextos específicos en los que se aplican?

- ¿Sobre qué dimensiones de los procesos de desarrollo de cada país inciden o pueden incidir estas políticas?

- ¿Cómo definir trayectorias comunes y rasgos diferenciales?

- ¿Es posible estilizar distintos tipos de políticas de ciencia, tecnología e innovación?

- ¿Cómo generar capacidades competitivas en escenarios con grandes niveles de inversión y recursos humanos en ciencia y tecnología a nivel global?

- ¿Qué lecciones se pueden obtener, para Argentina, de las formulaciones políticas, los diseños institucionales y la variedad de recursos instrumentales de los países emergentes?

Para dar respuesta a esas preguntas esas preguntas, este informe contiene una descripción detallada de los BRICS y otros países emergentes, desde sus características socioeconómicas hasta las particularidades de sus sistemas de ciencia, tecnología e innovación, incluyendo las principales políticas implementadas en ellos en la actualidad. Posteriormente se propone una tipología de países que permite una clasificación que facilita la interpretación y contextualización de sus políticas en ciencia, tecnología e innovación. Esta tipología y los modelos estilizados que de ella se desprenden fue sometida a la opinión de un grupo de expertos internacionales y sus comentarios han enriquecido este informe.

Posteriormente, en el marco de los estilos desarrollados se hace un análisis de instrumentos de política implementados en los BRICS y en diversos países de América Latina. De ellos, se ha seleccionado un conjunto que se desarrolla en profundidad en este informe, destacando sus posibilidades de adaptación y aplicación en el contexto de Argentina.

1. Los BRICS y otros países emergentes

La sigla BRICS refiere a un conjunto de países que forman parte de los mercados emergentes más grandes y expansivos. Inicialmente se trataba de una categoría –BRIC- que fue elaborada en ámbitos académicos y financieros para aludir a Brasil, Rusia, India y China. A partir de 2008 estos países se conformaron como grupo y llevaron a cabo algunas cumbres de altas autoridades. En 2011 Sudáfrica se sumó al grupo que, desde entonces, comenzó a ser conocido como BRICS. Los BRICS no son, sin embargo, los únicos países emergentes. Argentina, Turquía, México y Corea del Sur, entre otros, muestran indicadores comparables con los BRICS, pero en los dos últimos casos se los excluye por cuanto son miembros de la OCDE, en tanto que Turquía forma parte de la Unión Europea. De todas maneras, algunos de ellos serán analizados también por su interés para este estudio. El caso de Argentina es peculiar porque sus indicadores son similares a los de Sudáfrica e incluso superiores, por lo que su no inclusión en los BRICS parece obedecer a razones políticas.

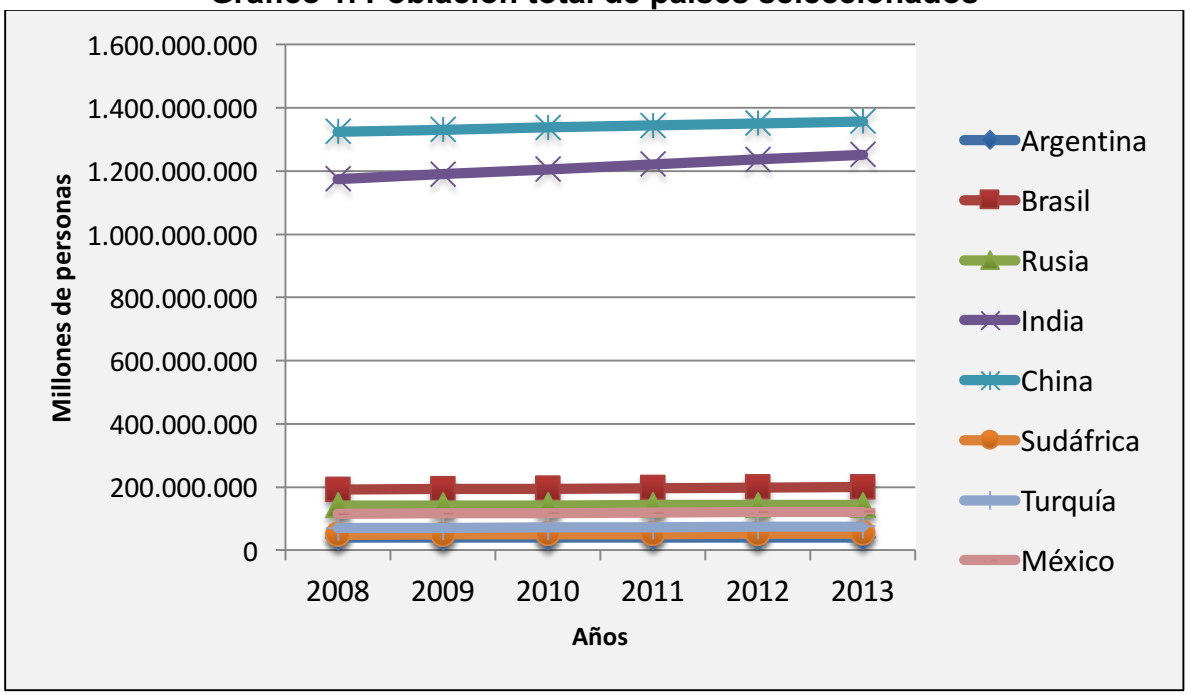
1.1. Perfil económico y social

Para comprender los estilos de desarrollo y la implementación de polítcas en los países emergentes resulta central conocer sus características en términos de población, producto y perfil socioeconómico. A continuación se ofrecen detalles de cada uno de estos elementos en los países bajo análisis.

a) Población

Los países que componían el grupo inicial tienen en común una gran población, aunque en magnitudes muy diferentes entre sí, por lo que es posible identificar subgrupos. La población de China y la India supera los mil doscientos millones de habitantes. En otro escalón, Brasil supera los doscientos millones y Rusia está por encima de los ciento cuarenta millones. El caso de Sudáfrica, con una población que no llega a los 53 millones de habitantes es diferente, así como en la mayor parte de sus indicadores: por ello, su inclusión parece obedecer a razones tales como la intención grupal de contar con un miembro en el continente africano.

Gráfico 1. Población total de países seleccionados



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial.

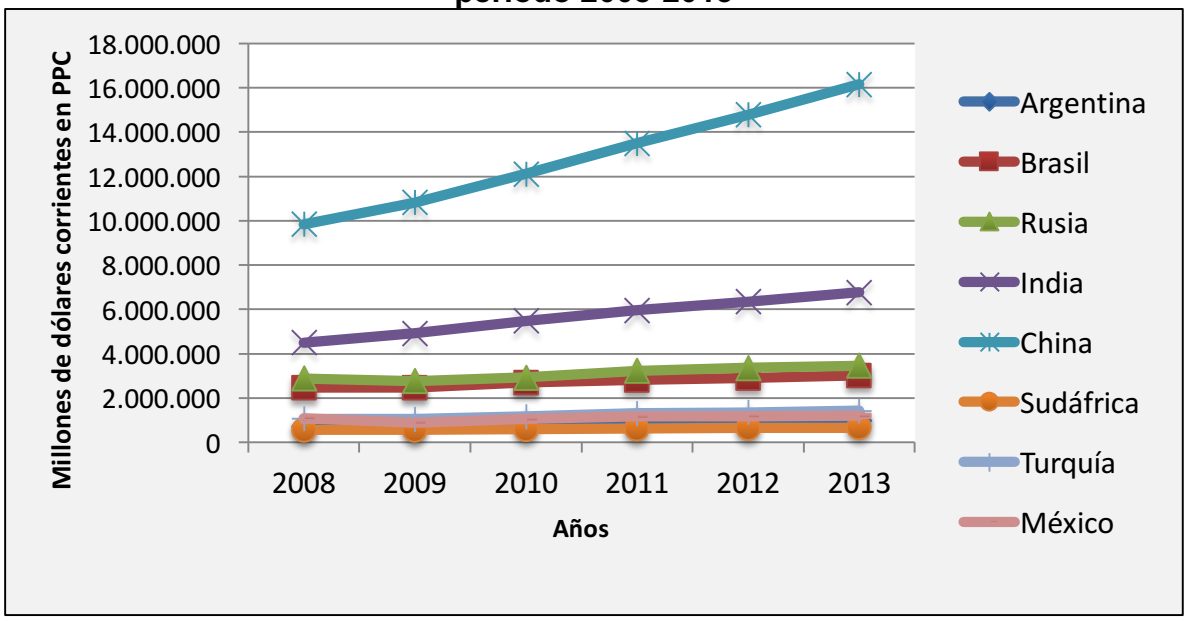
b) Producto

China representa la mitad del PBI de los BRICS. El PBI de India es poco más de un tercio del de China. Brasil y Rusia tienen valores semejantes. Sudáfrica tiene valores similares a los de Argentina. Turquía duplica a estos dos países. Brasil constituye la séptima economía mundial, con un PBI de 3 billones de dólares a valores de paridad de poder adquisitivo (PPC).

Rusia es la sexta economía mundial, con un PBI 3,4 billones de dólares (PPC). India, por su parte, constituye la tercera economía mundial, con un PBI de 6,7 billones de dólares (PPC). China constituye la segunda economía mundial, con un PBI de 16 billones de dólares (PPC). Sudáfrica, a diferencia de los otros países del grupo, constituye la vigésimo novena economía mundial, con un PBI de 660 mil millones de dólares (PPC).

Por fuera de los BRICS, Turquía conforma la décimo séptima economía mundial, con un PBI de 1,4 billones de dólares (PPC). El PBI de Argentina en 2012 era de 731 mil millones (PPC).

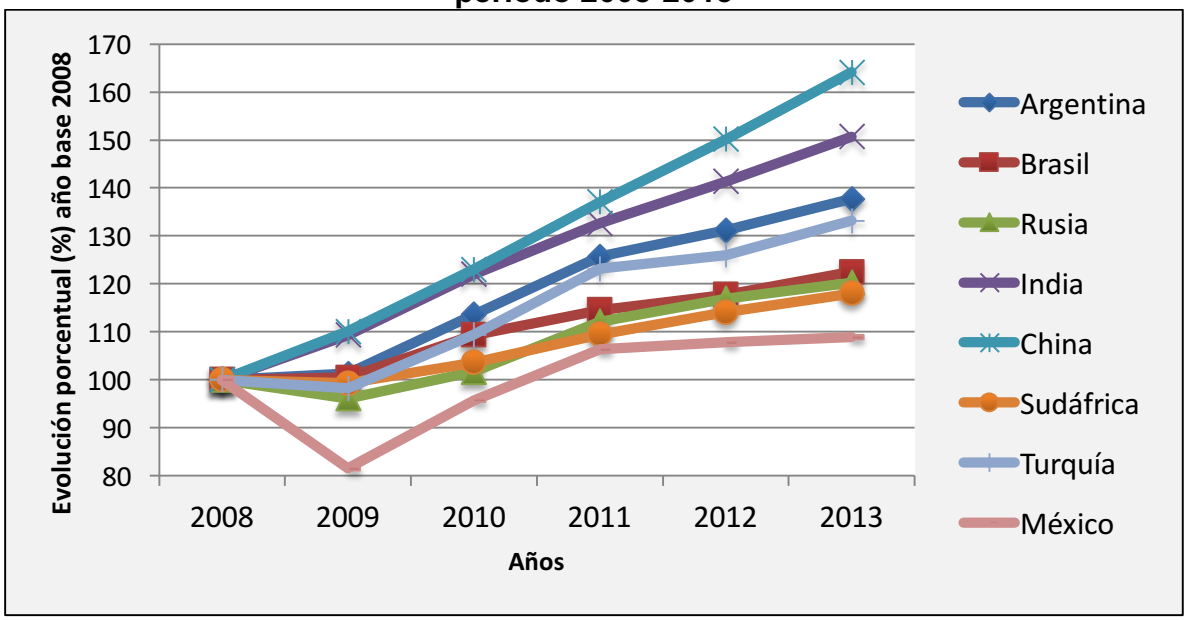
Gráfico 2. Evolución del PBI en PPC para países seleccionados, período 2008-2013



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial.

La tasa de crecimiento del PBI ha sido en general muy elevada. La economía China creció largamente más de un sesenta por ciento en el sexenio 2008 – 2013. India superó el cincuenta por ciento de crecimiento en el mismo período. El desempeño de Brasil y Rusia fue menos acentuado, alcanzando valores intermedios entre el treinta y el cuarenta por ciento en dicho plazo. El resto tuvo crecimientos destacables, pero en torno al veinte por ciento.

Gráfico 3. Evolución del PBI en PPC para países emergentes, período 2008-2013

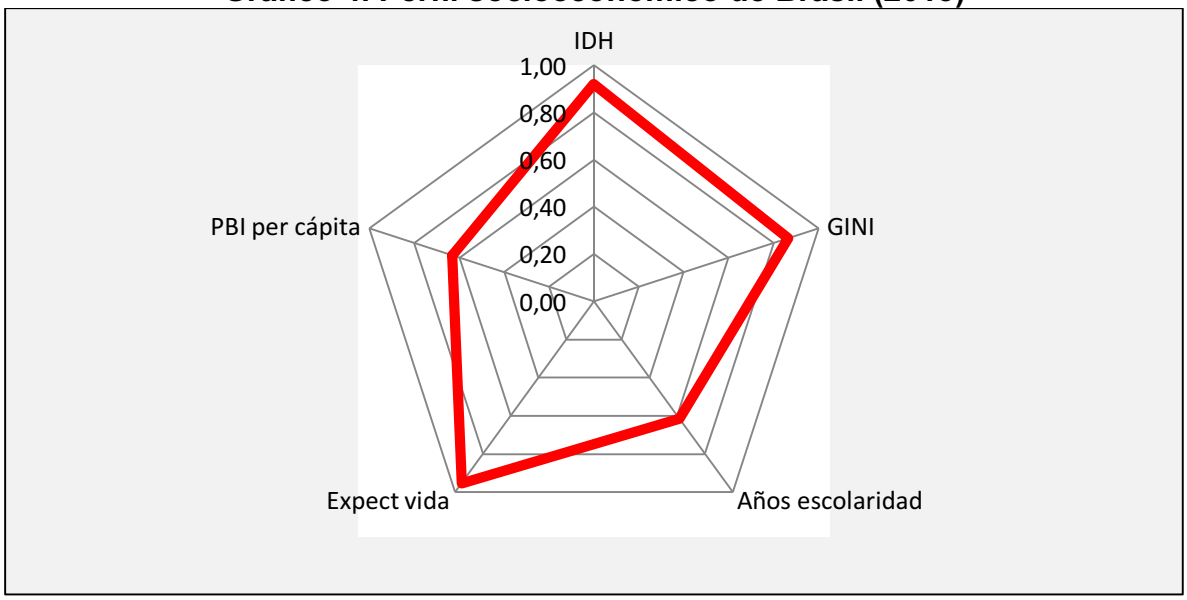


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial.

c) Perfil socioeconómico

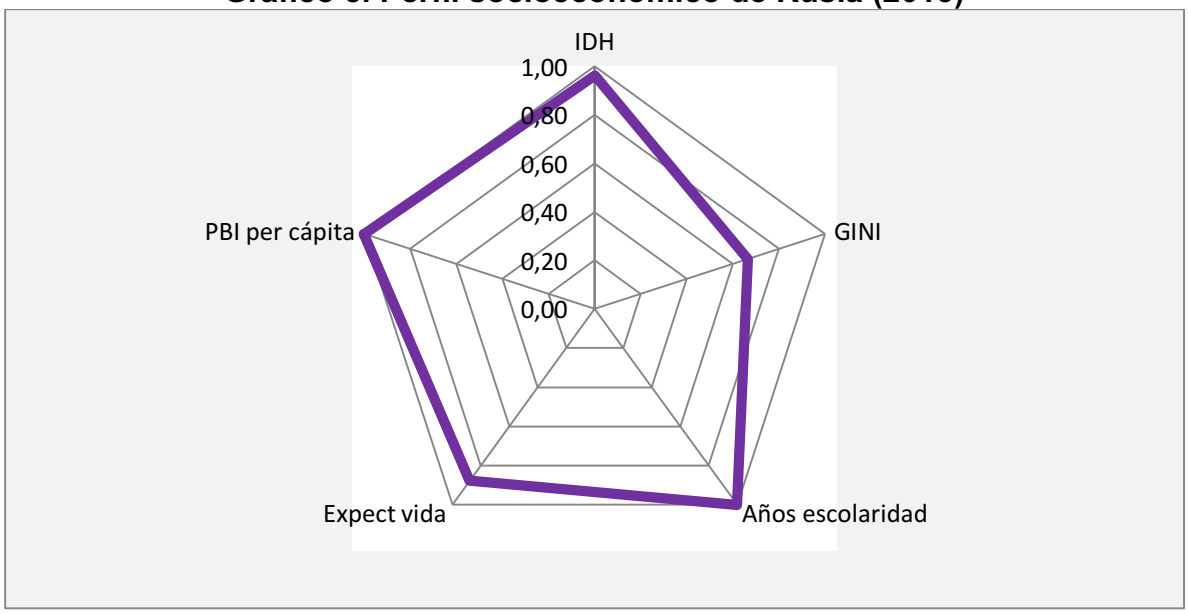
A continuación se presenta un breve perfil socioeconómico de los BRICS, junto a México y Turquía, para dar cuenta de las características generales de estos países. Los indicadores seleccionados a tal fin son el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del PNUD, con el detalle de los indicadores que lo componen (Años de escolaridad promedio, Expectativa de vida al nacer y PBI per cápita) y el Coeficiente de GINI como una medida de la desigualdad en la distribución de la riqueza. Para facilitar la comparación, los valores de cada país se han normalizado como porcentaje del país que presenta el mayor valor en cada indicador.

Gráfico 4. Perfil socioeconómico de Brasil (2013)



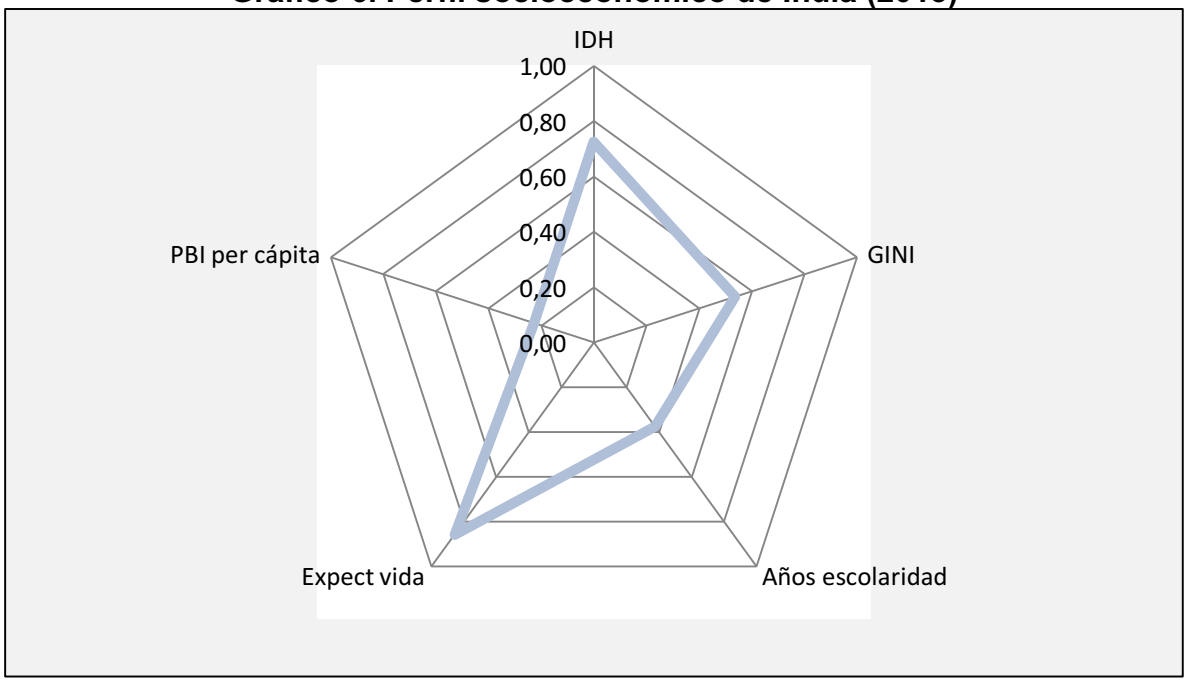
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNUD y del Banco Mundial.

Gráfico 5. Perfil socioeconómico de Rusia (2013)



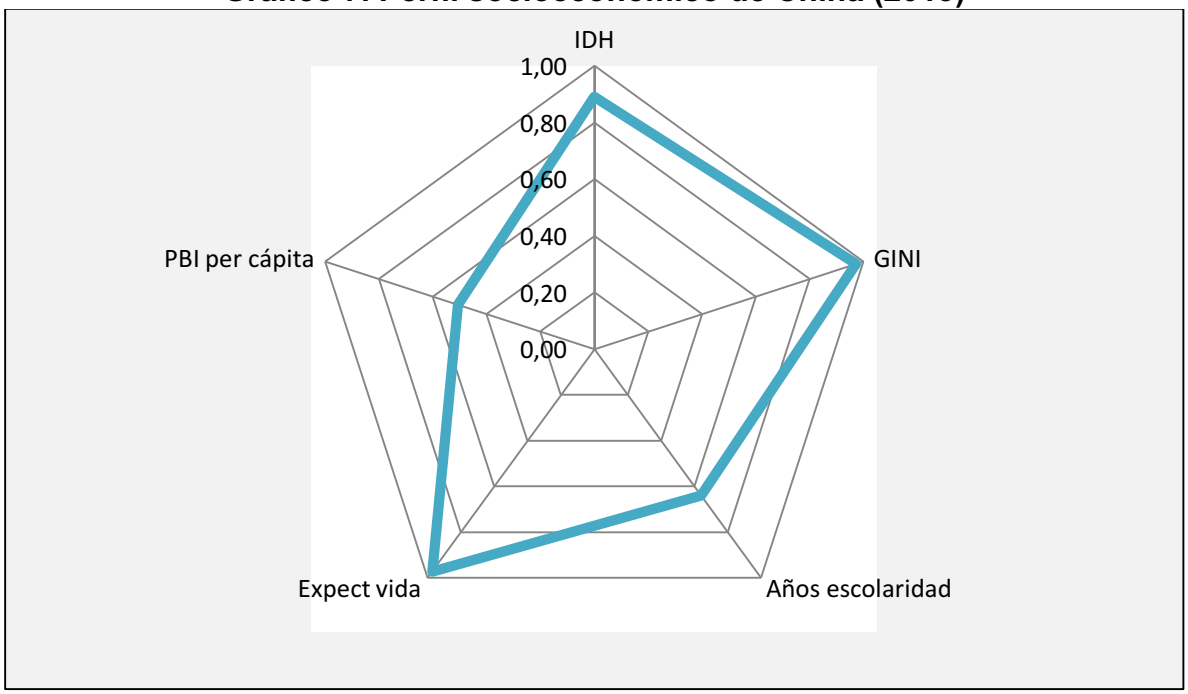
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNUD y del Banco Mundial.

Gráfico 6. Perfil socioeconómico de India (2013)



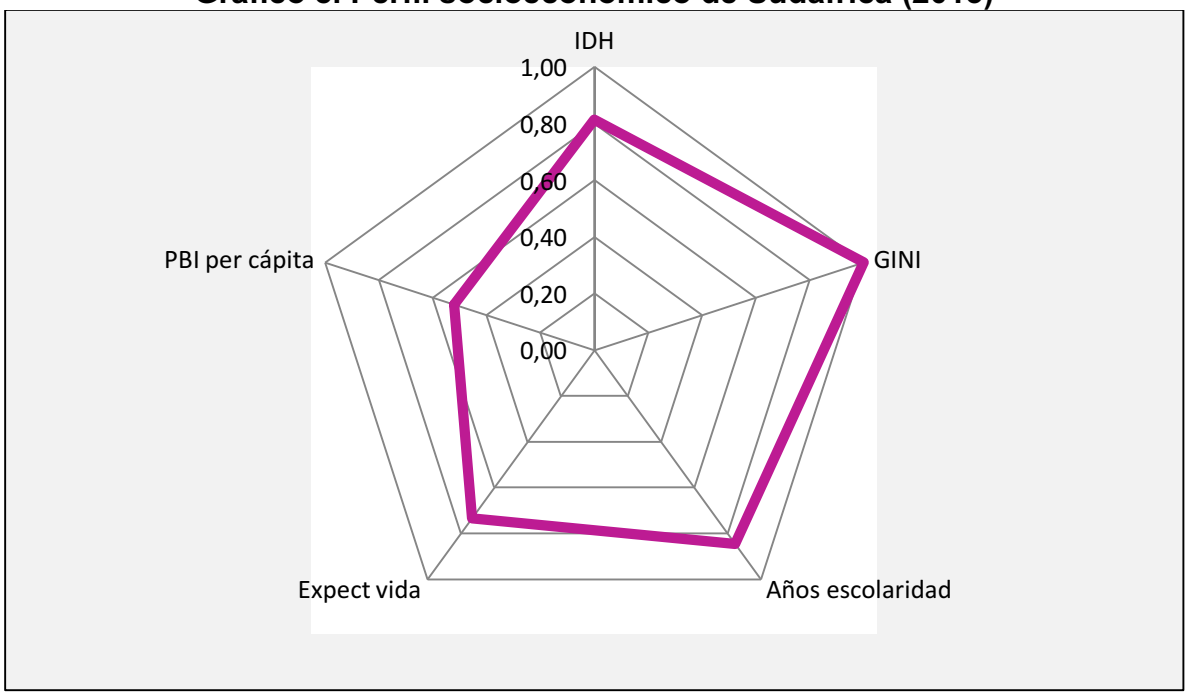
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNUD y del Banco Mundial.

Gráfico 7. Perfil socioeconómico de China (2013)



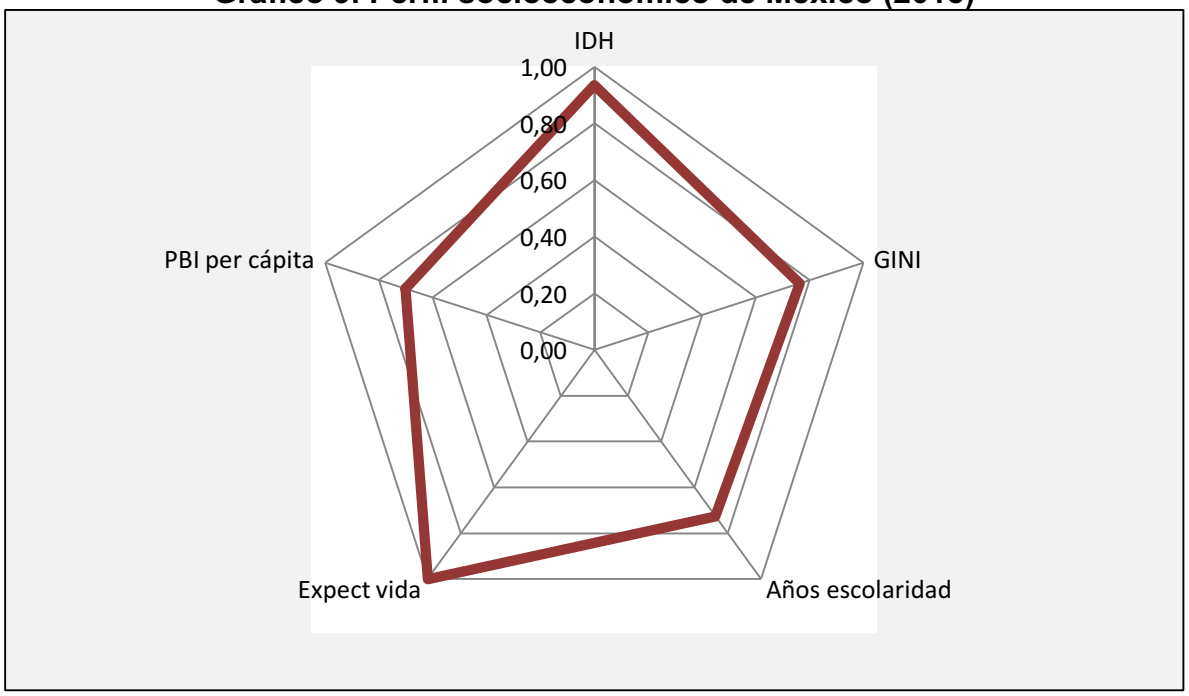
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNUD y del Banco Mundial.

Gráfico 8. Perfil socioeconómico de Sudáfrica (2013)



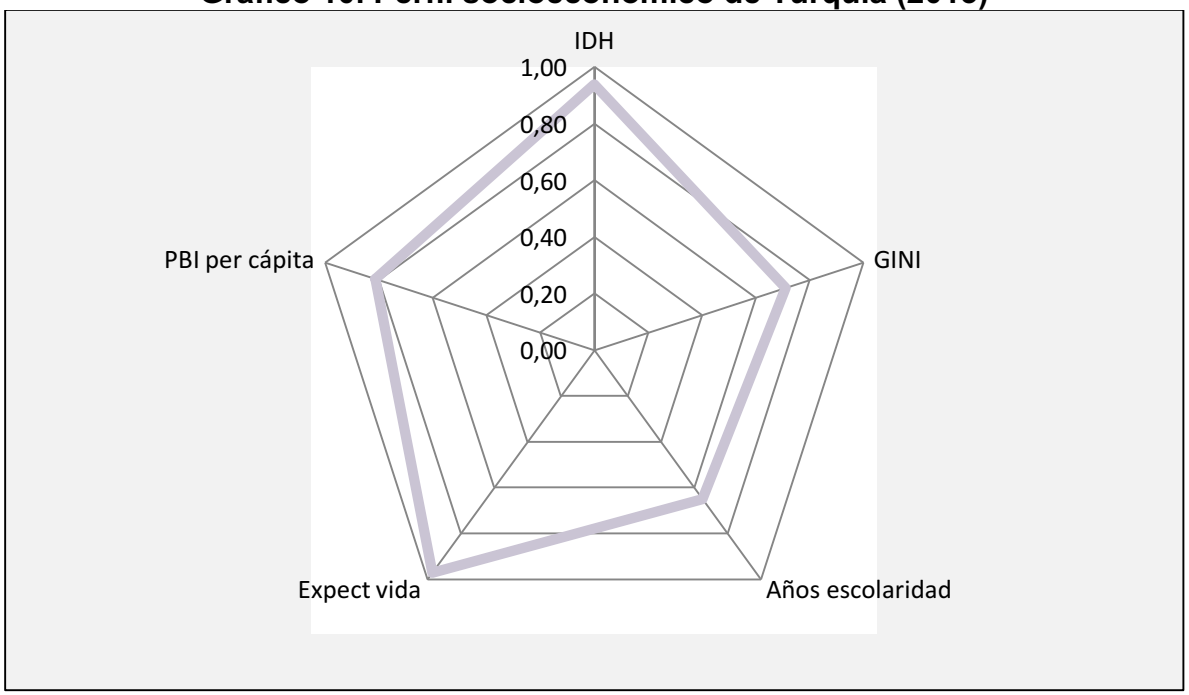
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNUD y del Banco Mundial.

Gráfico 9. Perfil socioeconómico de México (2013)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNUD y del Banco Mundial.

Gráfico 10. Perfil socioeconómico de Turquía (2013)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PNUD y del Banco Mundial.

1.2 Ciencia, tecnología e innovación en los BRICS

Como se mencionó, los BRICS han hecho pocos avances conjuntos en ciencia y tecnología y sus indicadores son más bajos que los de los países más desarrollados, con excepción de China. Esto pone de manifiesto que el crecimiento de la economía de estos países no se ha basado–salvo excepciones- en el aporte de la I+D desarrollada en ellos. Las cumbres políticas de los BRICS desde 2009 han tratado de formular un programa marco de cooperación en ciencia, tecnología e innovación, si bien los resultados más concretos parecen haberse limitado en la práctica a reuniones, conferencias y publicaciones. En 2011 se anunciaron algunas prioridades que incluían actividades conjuntas en microelectrónica, biotecnología, nanotecnología, eficiencia energética, energías renovables, alimentos, agricultura sustentable y uso de recursos naturales.

En la reciente reunión realizada en Durban (Sudáfrica) en marzo del corriente año, se comprometieron a convocar un foro científico con carácter asesor y llevar a cabo una reunión de Ministros de Ciencia y Tecnología en 2015. Como rasgo diferencial, se enfatizaba la necesidad de que tales tecnologías estuvieran disponibles para los países en desarrollo, integrando el conocimiento tradicional y las tecnologías avanzadas, incrementando la productividad en la producción de alimentos y mejorando las condiciones del desarrollo socioeconómico en las áreas rurales. A continuación se presenta una primera imagen de cada país de los BRICS en ciencia y tecnología, acompañados por Turquía y México, como otros países emergentes de interés para este estudio.

a) BRASIL

Brasil es uno de los 15 principales productores de conocimiento científico a nivel mundial, y se encuentra a la vanguardia de algunos sectores, como por ejemplo: exploración petrolera en aguas profundas, aviación y agroindustria. También el país ha sido pionero en el desarrollo de fuentes de energía renovables, como el etanol y el biodiesel. El país cuenta con algunas empresas de alcance mundial que son muy innovadoras, y están en la vanguardia en algunas áreas (extracción petrolera *off-shore*; aviación); pero el grueso de las PYME innova muy poco y poseen una productividad baja, lo cual afecta la performance global del país.

La inversión del país en I+D ha alcanzado el 1,74% del PBI para el año 2012. La participación del gasto público en dicha inversión llega casi al 55% del total. El país cuenta con 2.252 instituciones de enseñanza superior y una base de más de 138 mil investigadores a tiempo completo trabajando en su sistema científico-tecnológico. Los principales rubros de inversión en ciencia y tecnología están orientados a áreas estratégicas de desarrollo económico: energía, agroindustria, biotecnología, TIC y aviación.

En materia de instrumentos de promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación, Brasil fue el país pionero en América Latina en crear "fondos sectoriales", que son la base para el financiamiento de proyectos de I+D e innovación. En la actualidad existen 16 fondos, 14 de los cuales son sectoriales y 2 son transversales. Es así que el país posee numerosos instrumentos de promoción de la innovación empresarial, siendo los principales los gestionados por instituciones como el FINEP y el BNDES; entre ambas instituciones destinan un aproximado de 10 mil millones de dólares anuales para financiar procesos de innovación en empresas. También, en los últimos tiempos se han masificado los programas de formación de investigadores brasileños en el extranjero; a tal fin, cuentan con programas como el emblemático Ciencia Sin Fronteras. La Estrategia Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación está pensada para cerrar la brecha tecnológica con las economías centrales, fortalecer la internacionalización del sistema nacional de investigación, fomentar el desarrollo de una economía verde y abordar las inequidades sociales y regionales.

Estilos de desarrollo institucional. En Brasil, la ciencia y la tecnología son concebidas como actividades indispensables para el desarrollo económico y social del país. A esto, se le suman todas las actividades asociadas a la innovación de las cuales se espera lograr que el país se establezca como una economía competitiva a nivel mundial. En este sentido, el marco institucional y político asociado a la ciencia, la tecnología y la innovación, cuyo responsable es el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), se ha puesto como meta generar mayores avances tecnológicos dando lugar a la I+D, a la infraestructura y a los recursos humanos altamente calificados para responder a las demandas surgidas en este proceso. La financiación pública para investigación ha tenido un incremento constante en la última década pasando de un 1% a un 1.23% del PBI.

El sector privado. El rol de las empresas en este proceso es poco sobresaliente, en la medida que, más allá de las grandes empresas que son apoyadas por el Estado y que son líderes en ciencia y tecnología, los procesos de innovación que llevan a cabo se asocian sobre todo a la adquisición de tecnología extranjera que se adapta para desarrollar productos para el mercado local y regional. El crecimiento del número de las empresas en el país no se asocia a sus procesos productivos innovadores o a la competitividad que puedan tener globalmente. A nivel macro, Brasil cuenta con una estructura económica poco atractiva para generar nuevas empresas y negocios, de acuerdo a los altos costos derivados de impuestos y tasas de interés, excesiva burocracia y una infraestructura con fuertes debilidades para el fomento de la innovación.

Tradicionalmente el Estado brasileño ha apoyado el desarrollo industrial tomando medidas que generan en las firmas locales pocos alicientes para invertir a largo plazo en I+D e innovación. Ante esta situación, el Estado brasileño ha puesto en marcha diversos mecanismos para reducir la brecha existente entre la industria y la ciencia y tecnología. Entre estos mecanismos se encuentran los Fondos Sectoriales, la Generación de Incubadoras y Parques tecnológicos. No obstante, este tipo de mecanismos no han tenido los resultados esperados y por esto, es posible notar que a pesar de haber generado empresas bajo este tipo de mecanismos, sus producciones son bajas en tecnología y muy pocos parques e incubadoras llegan a ser notables por sus actividades en I+D e innovación.

Universidades. Con respecto al sistema de educación superior y la formación de capital humano, el país cuenta con un conjunto de instituciones científicas y tecnológicas, entre ellas universidades, que forman recursos humanos para generar conocimiento científico que pueda relacionarse con otros actores y sectores de la sociedad. En este sentido, la educación superior y la investigación son elementales para el desarrollo social y económico que espera el país. Se han gestionado políticas, planes y programas que motivan la intensificación de la formación así como la internacionalización de la educación superior, dando énfasis a la movilidad de estudiantes, docentes e investigadores con el propósito de generar redes y desarrollar proyectos conjuntos con otros países en áreas estratégicas para el país. La investigación básica es financiada principalmente por el Estado brasileño (52%), por empresas públicas y privadas (46,2%) y en menor medida por las universidades (1,4%) (RICYT, 2014), La interacción universidad y sector privado en muy débil por lo que el Gobierno se ha planteado el incremento y fortalecimiento de esta relación como una de sus prioridades. Por tanto, ha puesto en marcha diversos instrumentos para lograr que las empresas cuenten con el apoyo de doctores; se generen nuevas líneas de trabajo y negocios, se abran polos tecnológicos, incubadoras, entre otras.

Perfiles tecnológicos. Brasil cuenta con algunas industrias líderes como PETROBRAS, (gas y petróleo), EMBRAPA (agricultura) y EMBRAER (manufactura aeronáutica). También cuenta con la presencia de multinacionales

privadas como: Vale (minería), Volkswagen de Brasil (biocombustibles y automóviles), Halliburton y Schlumberger (petróleo y gas) y General Electric (maquinaria y equipamiento). Actualmente, más del 60% de las exportaciones del país son constituidas por productos no industriales o de relativamente baja intensidad tecnológica (*commodities*) y menos del 30% son productos de mayor contenido tecnológico. Según datos del BID, Brasil participa en cadenas globales de valor con productos como café (donde el país presenta ventajas comparativas) y manufactura aeronáutica (partes y componentes).

b) RUSIA

El país cuenta con una larga tradición en la implementación de políticas científicas, en particular en el diseño y experimentación de políticas de innovación. El sistema público de investigación ha aumentado la competencia por financiamiento entre las distintas instituciones del país, lo cual ha generado mecanismos que permiten orientar en mejor medida las investigaciones hacia las líneas prioritarias establecidas. Rusia posee una larga tradición de centros de excelencia, con un nivel muy alto en campos tales como: industria nuclear, industria aeroespacial, defensa, ingeniería y software de avanzada. La mayor parte de la investigación se realiza en instituciones de educación superior y en centros estatales de investigación. La infraestructura de investigación se ha desarrollado mucho en los últimos años, y se han creado nuevos centros de excelencia en áreas prioritarias tales como la nanotecnología y la biotecnología.

La inversión del país en I+D ha alcanzado el 1,12% del PBI para el año 2012. La participación del gasto público en dicha inversión llega al 63% del total. La cantidad total de investigadores en EJC es de 443 mil. Se ha mejorado la disponibilidad de los fondos federales para la I+D y la innovación, así como la capacidad para financiar las actividades prioritarias. El país está llevando adelante una estrategia de modernización de sus políticas en esta materia, siguiendo el modelo de los países la OCDE, fijando una estrategia de largo plazo para su desarrollar sus sistema nacional de innovación. Los principales objetivos son desarrollar los recursos humanos, estimular las actividades de innovación en el sector privado y crear un clima que promueva la innovación en el sector público, así como dinamizar la I+D y promover la cooperación internacional en actividades científicas y tecnológicas.

Estilos de desarrollo institucional. Las dos instituciones principales del país en la formulación, implementación y gestión de las actividades de ciencia y tecnología son el Ministerio de Educación y Ciencia, y el Ministerio de Desarrollo Económico. El anclaje de la toma de decisiones en el primero de los ministerios está dado por una muy fuerte tradición en ciencia básica de las principales universidades e instituciones de investigación rusas. En la última década se han promovido iniciativas para acercar la ciencia al sector productivo, pero con resultados magros. Solo en sectores que ya tenían una fuerte tradición industrial

se logra una buena implicación de la ciencia con la producción: en industria nuclear, con corporaciones como Rosatom; o en defensa, con corporaciones como UAC (United Aircraft Corporation).

El sector privado. La transición hacia una economía de mercado fue traumática en el país, e implicó que los patrones de financiamiento hacia las actividades de I+D continuara con los esquemas existentes en la Unión Soviética. El gobierno continúa financiando buena parte de las actividades de I+D, superando en la actualidad el 75% de la inversión; del porcentaje que invierte el sector privado, una porción considerable pertenece a las corporaciones industriales con fuerte participación estatal. A su vez, la mayor parte del financiamiento del país está dedicado a ciencia básica de largo plazo, en lugar de programas de investigación aplicados, que puedan redundar en interacciones más fuertes con el sector productivo. De acuerdo con datos de la OECD, menos del 10% de las firmas del país realizan actividades de innovación. Sus demandas de I+D suelen ser muy bajas, a excepción de grandes compañías, especializadas en industrias basadas en recursos naturales. Existen sectores de excelencia (industria nuclear, espacial, aviación), que aportan a la renovación tecnológica y al crecimiento de la productividad del país.

Universidades. Las universidades rusas generan una contribución mínima a la I+D del país, y no funcionan como un actor central en los procesos de creación y difusión de conocimiento aplicado. El país ha lanzado iniciativas para fomentar la investigación aplicada en las universidades, creando un programa llamado "Universidades de Investigación". También ha creado instrumentos específicos para lograr que un grupo de casas de estudio del país eleven sus estándares e indicadores y así figuren en buenas posiciones en los rankings mundiales de universidades con mayores capacidades de I+D.

Perfiles tecnológicos. El país es uno de los principales productores mundiales de petróleo y gas, así como de algunos metales como acero y aluminio. A excepción de esos sectores y del sector de defensa, el grueso del sector industrial ruso es poco competitivo, y está orientado al consumo interno. Tan solo el sector energético acapara cerca del 75% de las exportaciones. El país es muy vulnerable a las fluctuaciones de precios de las materias primas, siendo sus principales exportaciones: petróleo, gas, metales y madera. De hecho, el sector minero ruso es el que más participación tiene en las cadenas globales de valor, siguiéndole en importancia la industria química, y los metales básicos. Por su parte, las principales importaciones del país son: maquinaria, equipamiento de transporte, bienes de consumo, alimentos, hierro, plásticos y medicamentos.

c) INDIA

En materia de ciencia y tecnología, India tiene una ventaja competitiva en su gran base de recursos humanos en ciencia, así como en el amplio rango de

instituciones que pueden llevar adelante I+D a un costo significativamente menor que en los países desarrollados. El modelo de política científica, tecnológica y de innovación que adoptó el país promueve la generación de crecimiento inclusivo y de la utilización de innovaciones de bajo costo.

La inversión de la India en I+D ha alcanzado el 0,81% del PBI para el año 2011. La participación del gasto público en dicha inversión llega al 65% del total. La cantidad total de investigadores en EJC es de 192 mil. El país cuenta con más de 400 universidades, de las cuales se estima que una cuarta parte realiza I+D de calidad. India es sede de numerosos centros de I+D de compañías extranjeras, las cuales emplean a un total de veinticinco mil investigadores; más de la mitad de estos centros pertenecen a empresas de Estados Unidos y se dedican, en su gran mayoría, a sectores económicos clave tales como: la industria automotriz, la industria de maquinaria y los servicios.

El país tiene como prioridades de inversión en I+D las siguientes áreas: agricultura, telecomunicaciones, energía, defensa, salud, materiales, farmacéutica, medio ambiente, y cambio climático. También existen políticas públicas desarrolladas para promover investigaciones interdisciplinarias (que pueden incluir conocimientos tradicionales), para fomentar la innovación social y para apoyar incubadoras de proyectos de innovación empresarial.

Estilos de desarrollo institucional. En India las actividades científico-tecnológicas son coordinadas por el Departamento de Ciencia y Tecnología, que es la institución encargada de la formulación, implementación y gestión de las actividades del rubro. También tienen incidencia el Consejo Científico Consultivo para el Primer Ministro y el Comité del Gabinete Científico y Tecnológico. La primera institución está constituida por miembros de los Departamentos Científicos del Gobierno de la India, laboratorios nacionales, instituciones académicas y personas de renombre. Luego fueron creados, en ciertas áreas estratégicas, distintos departamentos de I+D que llevan adelante los proyectos de innovación y desarrollo (por ejemplo en biotecnología, nanotecnología, espacio, entre otros).

El sector privado. Se calcula que cerca del 75% de la inversión en I+D del país es financiada directa o indirectamente por el gobierno. El gobierno ha lanzado diversas iniciativas para implicar al sector productivo en el financiamiento a la I+D, a través de mecanismos conjuntos de provisión de fondos, y de cooperación público-privada. Estos incentivos no han dado todos los frutos esperados, debido a que el grueso de las empresas participantes en estas iniciativas, solo lo han hecho para beneficiarse de las exenciones impositivas asociadas a tales mecanismos. El último Plan Quinquenal está fuertemente orientado a multiplicar el nivel de inversión del sector privado, que se considera crítico para lograr la meta de inversión de 2% del PBI para el año 2020. En la actualidad, el sector privado tan solo aporta el 0,3% del PBI en inversión en I+D.

Universidades. El sistema de educación superior de la India incluye universidades públicas y privadas. Las públicas son financiadas por el gobierno nacional y los provinciales; mientras que las universidades privadas son financiadas por diversas sociedades e instituciones. Las universidades del país son reconocidas como tales por la Comisión de Subvenciones Universitaria (UGC por sus siglas en inglés), la cual está a cargo de la coordinación, y reglamentación de normas de enseñanza universitaria. El gobierno central es el responsable central de las políticas universitarias en el país y le provee financiamiento a la UGC. El gobierno central también es responsable de la declaración de instituciones educativas como instituciones universitarias, bajo la recomendación de la UGC. Los gobiernos estatales son responsables del establecimiento de los *colleges*, y provee financiamiento para su desarrollo.

Perfiles tecnológicos. India participa fuertemente de las cadenas globales de valor de los siguientes sectores: industria química, equipamientos eléctricos y otras manufacturas (por ej. joyería). El país también participa activamente en el sector servicios, especialmente servicios financieros. Más de un tercio del valor de las exportaciones indias en manufacturas, están representadas por servicios de valor agregado: transporte, telecomunicaciones y servicios financieros. En términos generales, las exportaciones del país están bastante diversificadas, siendo los principales rubros: petroquímica, productos agrícolas, farmacéutica, joyería, servicios, maquinaria, transporte y textiles.

d) CHINA

La inversión china en I+D alcanzó el 1,98% del PBI para el año 2012. La participación del gasto público en dicha inversión llega al 26% del total. La cantidad total de investigadores en EJC es de 1,4 millones.

El sistema de ciencia, tecnología e innovación chino está fuertemente direccionado por la instalación de empresas capitalistas que han creado sectores intensivos en conocimiento. Estas empresas se han insertado en cadenas globales de valor, lo cual ha aumentado la dependencia del país en tecnologías extranjeras críticas. El país cuenta con grandes centros de investigación, asentados principalmente en Shangai y en Beijing; también existen importantes instituciones en Guandong, pero más relacionadas con empresas manufactureras extranjeras, que tienen departamentos de I+D y explican más de la mitad del total de las aplicaciones de patentes chinas. La inversión china en I+D se duplicó en el período 2005-2010, como resultado de un importante esfuerzo por cumplir con las metas fijadas en el Plan de Desarrollo de Mediano y Largo Plazo para la Ciencia y la Tecnología 2006-2020. Allí se plantea el objetivo de lograr una economía basada en la innovación para el año 2020 y para tal fin se planea llevar la inversión en I+D al 2,5% del PBI. El Plan de Desarrollo pone énfasis en la inversión en tecnologías clave para industrias estratégicas y emergentes (manufacturas, agricultura, TIC), para intentar reducir la presión de demanda en

energía, recursos y el medio ambiente; así como proveer los insumos que requiere una población que se encuentra en un proceso de envejecimiento (industria farmacéutica y equipamiento médico).

Estilos de desarrollo institucional. El sistema de I+D en China se desarrolla articulando las políticas de ciencia y tecnología con el área de educación. Ambos sectores trabajan coordinados y bajo sus definiciones de políticas se incluyen a los otros actores del sistema. El Ministerio de Ciencia y Tecnología es el órgano estatal que define las políticas de I+D y administra el presupuesto gubernamental. Por su parte, articulando con los objetivos nacionales que define el Consejo de Estado en cada plan quinquenal, el Ministerio de Educación, aparece como otro de los órganos centrales para la I+D, fundamentalmente en la dirección del Centro universitario de Desarrollo Tecnológico, que coordina y aplica las políticas para las empresas afiliadas a las universidades y financia los centros de investigación y laboratorios de las principales universidades que desarrollan I+D.

El sector privado. Uno de los ejes principales de las últimas reformas en el país fue la transformación del sistema de empresas e industrias estatales en corporaciones mixtas. Son un actor clave para el desarrollo científico y tecnológico actual. Fundamentalmente por la nueva política orientada al desarrollo de tecnologías clave para la modernización.

Universidades. En el campo de educación superior se diseñó e implementó el Proyecto 211: un Proyecto de Universidades Nacionales Clave iniciado en 1995 por el Ministerio de Educación. La intención del programa es elevar los estándares de investigación de universidades de alto nivel alineadas a las estrategias del desarrollo socio-económico.

En la actualidad China tiene más de 118 instituciones de educación superior (algo así como el 6%) vinculadas al Proyecto 211. Estas instituciones forman 4/5 partes de los estudiantes de doctorado, 2/3 de los estudiantes de posgrado, la mitad de los estudiantes extranjeros y 1/3 de los estudiantes de grado. Ofrecen el 85% de los campos considerados clave a nivel estatal, contiene el 96% de los laboratorios estatales clave y utiliza el 70% del financiamiento para la investigación científica.

La participación de las universidades es central en la política de innovación, pues son actores fundamentales del sistema de innovación chino, en especial a través de la implementación de los parques científicos y tecnológicos universitarios.

Perfiles Tecnológicos. Los programas de I+D están orientados al desarrollo de tecnologías clave en las áreas biológicas, de agricultura y farmacéutica, nuevos materiales y tecnologías manufacturadas clave para mejorar la competitividad industrial: en especial, nano materiales. También se desarrollan tecnologías y materiales nuevos para desarrollar la aviación, el tren de levitación magnética y los mecanismos de acceso y almacenamiento de datos.

Otro de los ejes es la Investigación para el desarrollo de tecnologías y equipamiento para energías limpias, sistemas de tráfico inteligente, tratamiento textil en pos de mejorar el valor agregado de los productos y elevar los niveles técnicos y el contenido local de los productos terminados. Se espera que a partir de la política de innovación china pase de ser una economía basada en la producción de bajo costo (con industrias con tecnología baja a media) a una economía basada en el conocimiento (media y alta tecnología, incluyendo servicios).

e) SUDÁFRICA

La economía del país es la más grande del continente africano, con una industria fuerte basada en sus recursos naturales; también es importante la participación de los servicios en el PBI. Esta especialización productiva limita el nivel de inversión de sus firmas en I+D, pero el país cuenta con algunos nichos de investigación de excelencia, que tienen buena integración con la industria. La estrategia nacional en I+D ha implicado la duplicación del financiamiento gubernamental a actividades de innovación y desarrollo. El país también atrae a diversas compañías multinacionales que tienen una participación activa en iniciativas de I+D global.

La inversión de Sudáfrica en I+D ha alcanzado el 0,76% del PBI para el año 2010. La participación del gasto público en dicha inversión llega al 60% del total. La cantidad total de investigadores en EJC es de algo más de dieciocho mil setecientos. El Plan de Innovación a Diez Años (2008-18), identificó cinco grandes sectores: biotecnología y farmacéutica, espacio, seguridad energética, cambio climático, y comprensión de las dinámicas sociales. Los esfuerzos de financiamiento han sido importantes para cerrar las brechas de recursos humanos y de infraestructuras de investigación en estas áreas.

f) TURQUÍA

La inversión de Turquía en I+D ha alcanzado el 0,92% del PBI para el año 2012. La participación del gasto público en dicha inversión llega al 55% del total. La cantidad de investigadores en EJC es del orden de setenta y dos mil. De la inversión total en I+D, el 40% se destina al sector de educación superior, el 12% a las instituciones gubernamentales, y el 48% restante a financiar la innovación en el sector empresarial. Las principales políticas del país de promoción de la ciencia y la tecnología están orientadas a promover la innovación y el emprendedorismo.

La Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el período 2011-2016 identifica los sectores prioritarios que demandan los mayores esfuerzos en I+D: defensa, aeroespacial, salud, energía, agua y alimentos. También señala los sectores que tienen fuerte capacidad de innovación, que son: automotores,

maquinarias y TIC. Los principales lineamientos de política incluyen las siguientes acciones: desarrollar recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación, estimular los resultados de investigación en productos y servicios, difundir una cultura de cooperación a nivel multidisciplinario, reforzar el rol de las PYME en el sistema nacional de innovación y activar la cooperación internacional en esta materia.

Estilos de desarrollo institucional. En el sistema institucional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Turquía se interrelacionan una gran cantidad de áreas de la gestión estatal con otros actores interesados como ONG, sector industrial y PYME. El sistema en su totalidad está orientado a la innovación productiva centrada en el sector empresarial. El enfoque adoptado para el diseño de políticas está basado en el concepto de ecosistema, a partir del cual se habilita una participación amplia de actores estatales y no-estatales.

El sector privado. El eje de la política de innovación está en el estímulo a la innovación en las empresas y el apoyo al emprendedorismo y las PYME. En función a ello se han instrumentado nuevos programas de financiamiento para incrementar el número de pequeñas y medianas empresas innovadoras y fomentar la creación de firmas tecnológicas. Un ejemplo: El Programa de Financiamiento para I+D e innovación en PYMES e iniciativas "tecno-emprendedoras" (*SME RDI Grant Program and Techno-Entrepreneurship initiatives*). También se han puesto en práctica programas de difusión y concientización sobre la existencia de un marco legal que estimula las actividades de I+D en el sector con incentivos impositivos. No obstante, los datos registrados por la OECD muestran que en el 2012 el gasto de las empresas en I+D fue de 0.42%. Mucho más bajo que la media de los países OECD. El gasto de las empresas en I+D se ha ido concentrado en servicios de conocimientos a expensas de la producción de altas tecnologías.

Universidades. El sistema estatal de universidades en Turquía es pequeño -0.41% del PBI en 2012-. Produce pocas publicaciones internacionales en las revistas prestigiosas y tiene solo una universidad de rango mundial (*world class university*). La investigación pública está atravesando importantes reformas para mejorar su calidad y relevancia, incrementar la colaboración con el sector privado y hacer uso de los recursos privados. Se ha reforzado la evaluación de desempeño en las universidades y en los institutos de investigación públicas PRI, con un protocolo elaborado cooperativamente por el Ministerio de desarrollo y el TÜBITAK.

Perfiles Tecnológicos. La estrategia nacional fue diseñada con una perspectiva "centrada en misiones" para las áreas con fuertes capacidades en I+D e innovación, tales como automotriz, manufactura y TIC; orientada a las necesidades para las áreas que deben acelerarse tales como: defensa, espacio, energía, agua y alimento, salud. Estas áreas son consideradas clave en términos estratégicos y geopolíticos. Por último, también se contemplan estrategias de

bottom-up otorgando oportunidades para que la industria, las universidades y los centros de investigación generen proyectos en investigación básica, aplicada y en la "frontera" (*frontier research*).

g) MÉXICO

En México, el sistema científico y tecnológico es dirigido por instituciones gubernamentales, específicamente por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Sólo hasta el año 2001 con la Ley de Ciencia y Tecnología, se establece la importancia de la innovación para el desarrollo del país y explícitamente, aparecerá el concepto en la Política Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012.El direccionamiento de las Políticas en el sector está dado en la Educación, por esta razón, los programas en este campo se encuentran inmersos en la meta: "México con Educación de Calidad" del Plan Nacional de Desarrollo.

La participación de las empresas en el sistema científico y tecnológico es poco significativa. Todavía el país cuenta con barreras políticas y económicas que obstaculizan la actividad empresarial y los incentivos por parte del Gobierno para que las empresas innoven son limitados. El acceso al financiamiento como capital semilla, capital de riesgo o de inversionistas ángel es una de las falencias más importantes para el desarrollo de empresas de base tecnológica. Las empresas locales públicas y privadas participan del Gasto en I+D con un 35,7%; cabe resaltar que el rol de las multinacionales en la estructura productiva es significativa, sin embargo, su contribución al Gasto en I+D es casi nulo. Las incubadoras y aceleradoras tienden a estar más cerca de las Instituciones de Educación Superior y de los Centros Públicos de Investigación que de las empresas.

El sistema mexicano de educación superior está integrado por universidades, institutos tecnológicos, instituciones educativas estatales y las escuelas normales. La participación de las universidades en el gasto en I+D es sólo del 1,9% y su ejecución es del 28, 5% de dicho gasto. Este es uno de los sectores que más apoyo recibe por parte del Estado Federal. Sin embargo, aún se presentan problemáticas en la articulación de este sector con otros sectores fundamentales como el sector productivo. El carácter de la formación es academicista y muy poco dirigido a la I+D, a la transferencia y la vinculación tecnológica.

Actualmente, los sectores industriales que mayores beneficios económicos generan en México son el manufacturero (automotriz y de bienes como televisores y computadoras especialmente) y el petrolero. La manufactura aportó para el año 2013 el 84,3% de las exportaciones. Parte de estos productos son bienes de medio y alto contenido tecnológico, sin embargo sólo llegan a representar el 20% de las exportaciones totales en la medida que tienen poca adición de valor y la generación de I+D que hay detrás de su proceso productivo en reducido. La mayor

parte de las exportaciones de bienes asociados a las Cadenas Globales de Valor son importaciones que se re-exportan con bajos niveles de valor agregado y poco uso de suministros locales, es decir, se agrega valor extranjero de terceros a las exportaciones (Dutrénit, 2015).

1.3 Rasgos comunes en ciencia y tecnología

El análisis de los documentos oficiales de los países emergentes y de estudios comparativos realizados por académicos y organismos internacionales como la OCDE, permite identificar algunos rasgos que caracterizan a los BRICS –o a algunos de ellos- en materia de ciencia, tecnología e innovación. Algunos de estos rasgos, que serán analizados particularmente, son:

a) El financiamiento es inferior al promedio de la OCDE.

b) La formación de recursos humanos es destacable pero la fuga de cerebros sigue siendo un problema común.

c) La contribución de los BRICS a la literatura científica global ha crecido rápidamente.

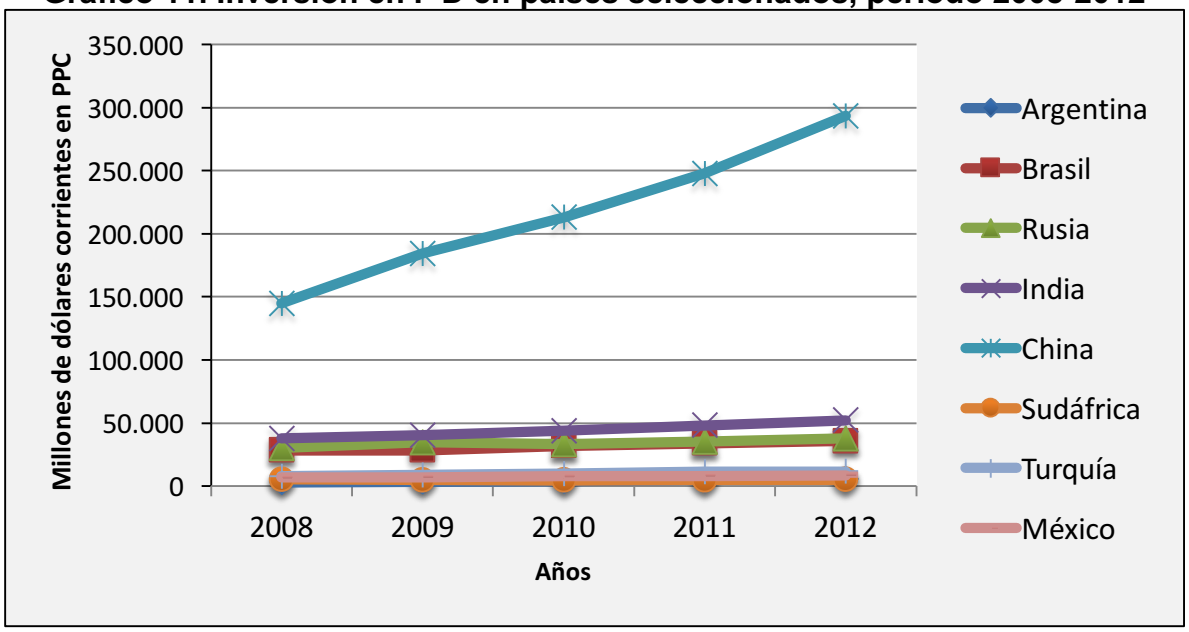
d) El impacto de las publicaciones científicas y la tasa de copublicaciones científicas está por debajo de la media de los más desarrollados.

e) Escaso crecimiento de las patentes de los BRICS

a) El financiamiento es inferior al promedio de la OCDE

Si bien ha aumentado en las últimas décadas, la inversión en I+D realizada por los BRICS es más baja que el promedio de los países de la OCDE. La excepción es China que, con una inversión en I+D que en 2012 se aproximó a los doscientos noventa y tres mil millones de dólares (PPC), representa casi una quinta parte del total mundial, siendo el segundo país, después de los Estados Unidos, en relación con el volumen de recursos que asignan a la producción de conocimiento científico y tecnológico. Rusia, India y Brasil dedican a I+D una suma mucho más baja, que está en el orden de los cincuenta mil millones de dólares (PPC). Los restantes países emergentes, incluyendo entre ellos a Turquía, están muy por debajo de estos valores.

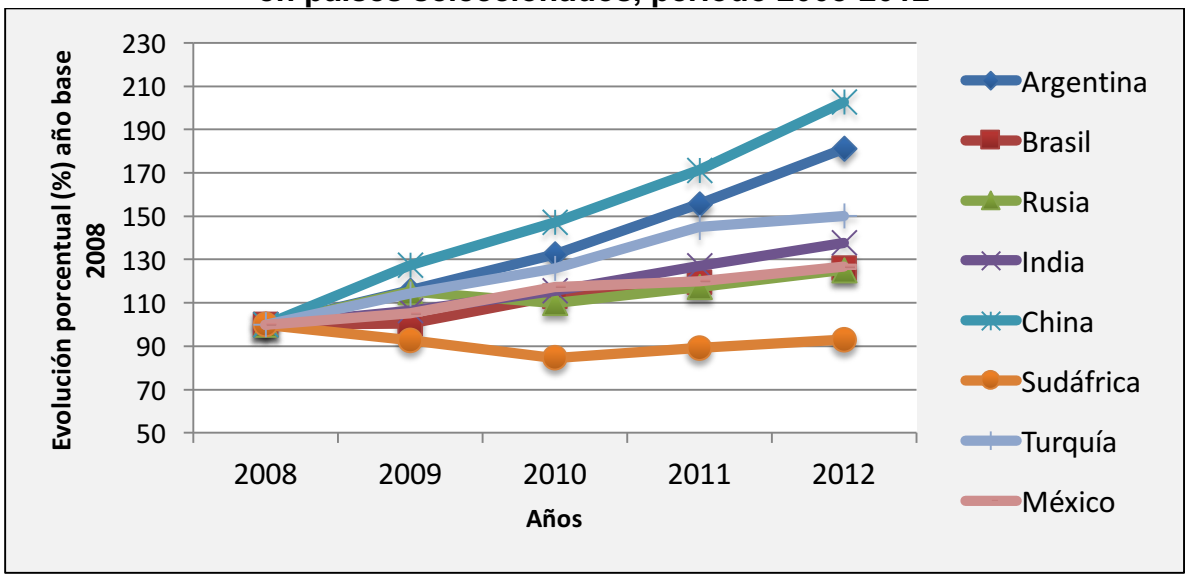
Gráfico 11. Inversión en I+D en países seleccionados, período 2008-2012



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la RICYT y de la OCDE.

En el quinquenio 2008 – 2012 China fue el que más creció en inversión en I+D entre los países analizados, duplicando el monto total gastado. El resto de los países emergentes también crecieron en este periodo, aunque su incremento se ubicó entre el 30% y el 50% de lo invertido en 2008. La excepción es Sudáfrica, cuya inversión en I+D decreció casi un 10% en el periodo analizado. En este contexto, la inversión argentina en el periodo tuvo un incremento importante, del 81%, manteniendo el ritmo de crecimiento sostenido desde la recuperación de la profunda depresión económica como consecuencia de la crisis de 2001 y 2002.

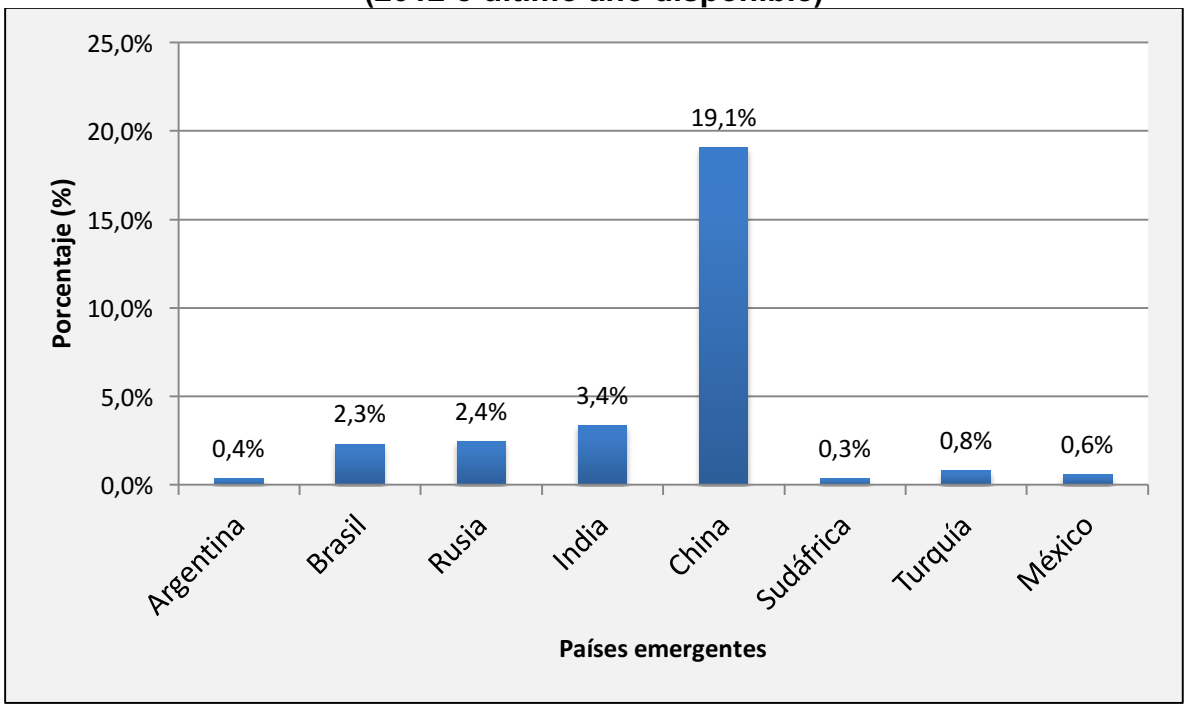
Gráfico 12. Evolución porcentual de la Inversión en I+D en PPC en países seleccionados, período 2008-2012



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RICYT y OCDE.

En un análisis de estas características, y para comprender mejor los desafíos que enfrenta cada país y las políticas que en ese contexto implementa, es necesario considerar también el volumen total de la inversión. En el contexto mundial, la inversión de China en I+D equivale a un veinte por ciento del total. Brasil y la India superan el tres por ciento de la inversión mundial en I+D y Rusia se ubica en un rango entre el dos y el tres por ciento. Países como Argentina (0,25%), Sudáfrica (0,33%) y Turquía (0,79%) tienen participaciones muy inferiores.

Gráfico 13. Porcentaje de la inversión en I+D mundial (2012 o último año disponible)

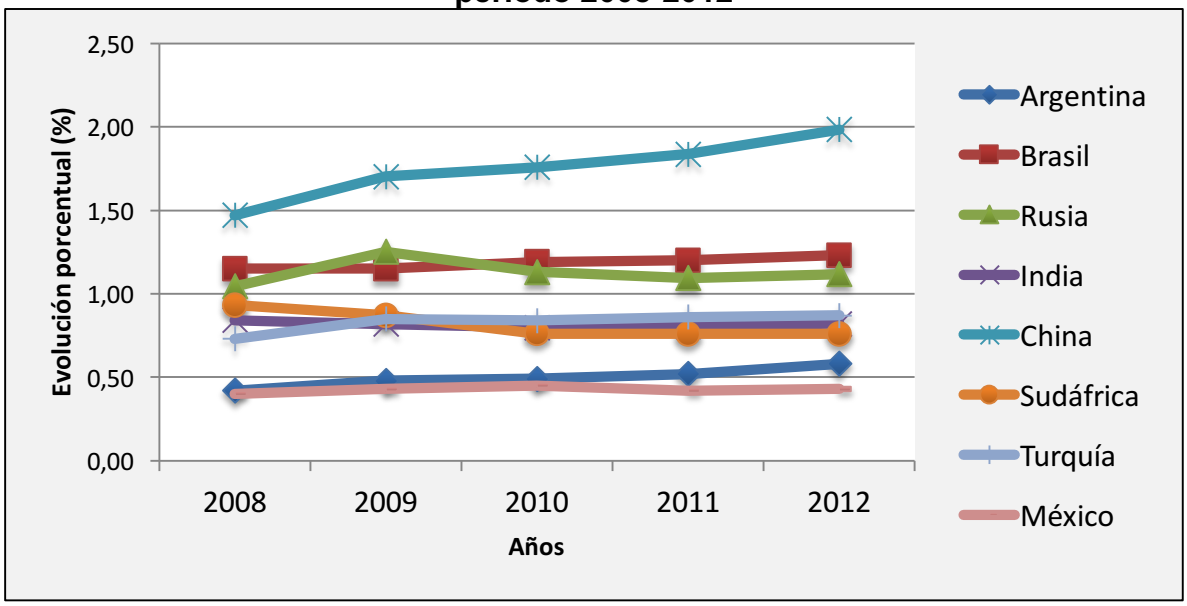


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RICYT, UNESCO y OCDE

Ponderando la inversión en I+D con relación al PBI, se observa que China prácticamente alcanzó en 2012 un valor equivalente al dos por ciento del producto, seguido de cerca por Brasil luego por Rusia, que supera el nivel del uno por ciento.

Los otros países están por debajo de este listón. Argentina, a pesar del crecimiento en volumen de inversión antes mencionado, está por debajo de estos países en cuanto a la relación del gasto en I+D con el PBI, alcanzando en 2012 un 0,58%.

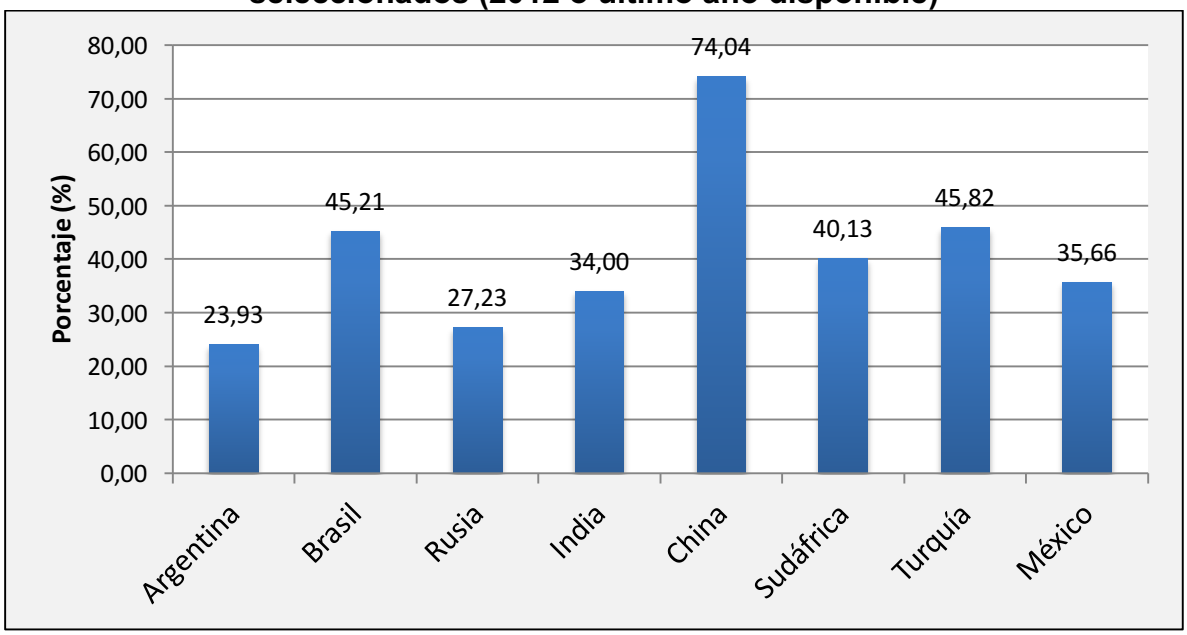
Gráfico 14. Inversión en I+D en relación al PBI en países seleccioandos, período 2008-2012



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RICYT y OCDE.

Otro tema central está relacionado con la participación del sector privado en la financiación de las actividades de I+D. Una vez más, el panorama es muy diverso entre los BRICS. China declara que el 74,04% de su inversión proviene del sector privado, lo que no deja de tener un costado sorprendente, tratándose de una economía en transición hacia el capitalismo. Brasil y Turquía dan valores que se aproximan a la mitad del total. Los otros están más rezagados.

Gráfico 15. Participación de las empresas en la inversión en I+D en países seleccionados (2012 o último año disponible)



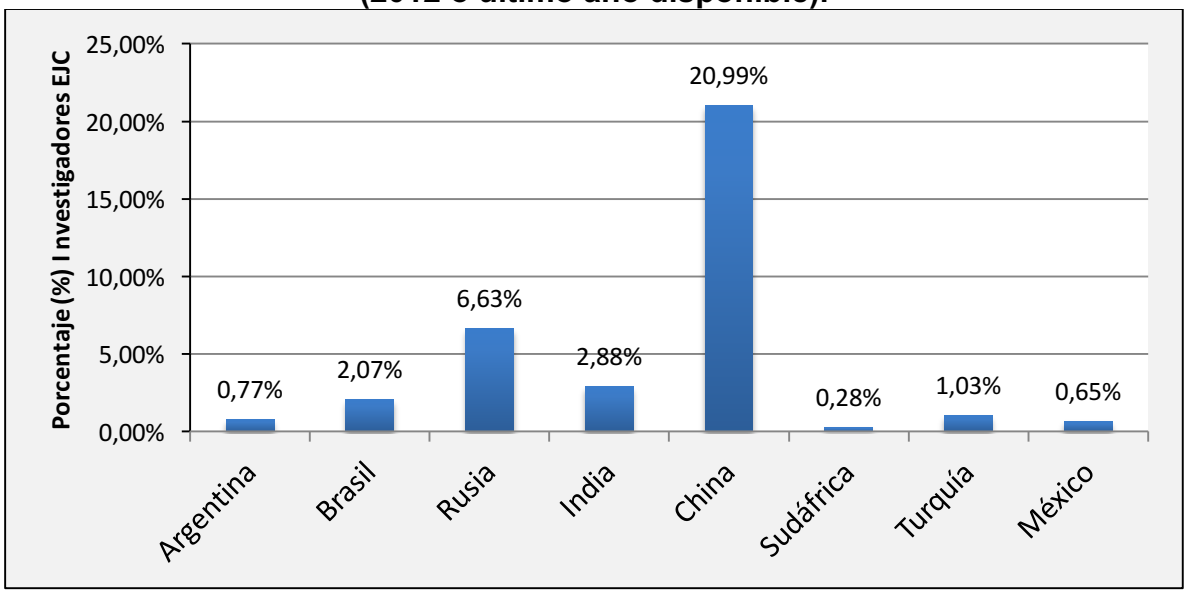
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RICYT y OCDE.

b) Formación de recursos humanos y fuga de cerebros

La formación de recursos humanos es muy destacable pero la fuga de cerebros sigue siendo un problema común. La disparidad que se aprecia en los niveles de inversión en I+D se repite en lo referido al número de investigadores y tecnólogos de que disponen los países emergentes. Nuevamente, China es un caso aparte, ya que da cuenta de una dotación cercana al millón y medio de investigadores y tecnólogos, que equivalen –al igual que en el caso de la inversión en I+D- a más de una quinta parte del total mundial.

Rusia dispone de casi un tercio de ese número, lo que equivale a casi el 7% de la inversión mundial. La India declara menos de la mitad de los valores rusos. Brasil está por debajo y el resto de los países ofrecen cifras muy inferiores. Los valores absolutos, sin embargo, muestran una realidad casi tautológica, ya que están en estrecha relación con el tamaño de los países.

Gráfico 16. Investigadores a EJC en países seleccionados (2012 o último año disponible).



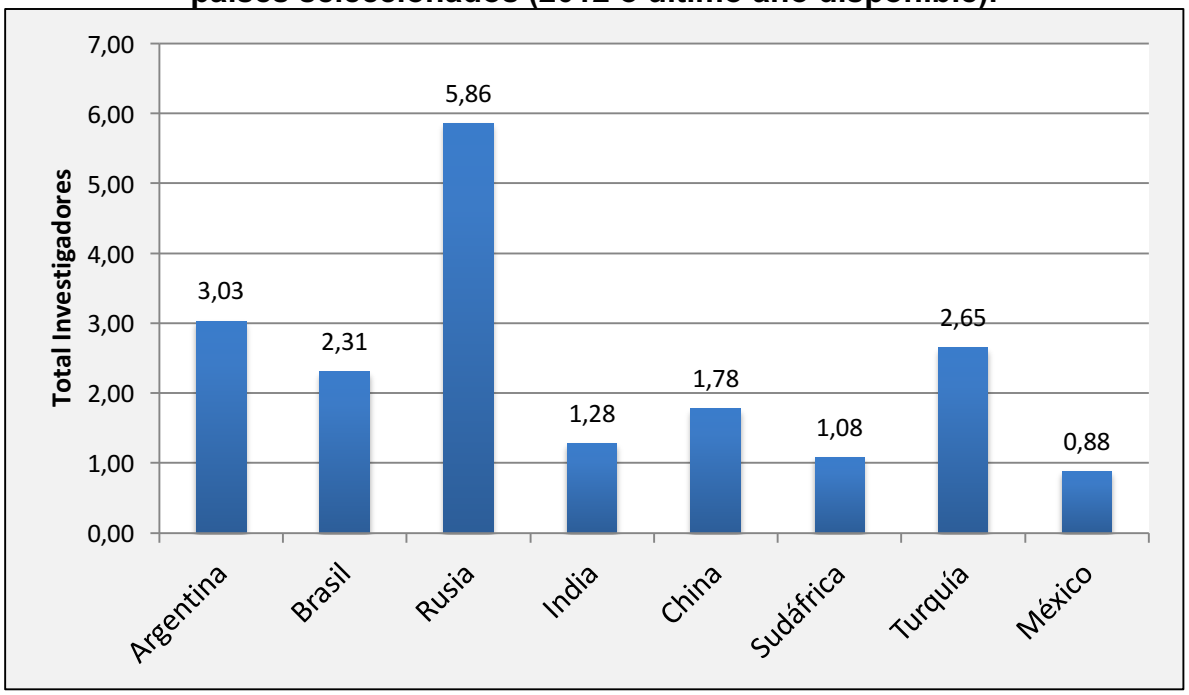
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RICYT, UNESCO y OCDE.

Más elocuente entonces examinar esos valores comparándolos con la población económicamente activa (PEA). En este caso, el panorama es muy diferente, ya que Rusia está muy delante, con casi 6 investigadores y tecnólogos por cada mil integrantes de la PEA, lo que está en orden con los países de la Unión Europea y pone en evidencia el capital humano heredado de la etapa soviética.

Sorprendentemente, el valor que le sigue es el de Argentina, con algo más de 3 investigadores por cada mil personas en la PEA.

El resto de los BRICS tienen valores más bajos. Turquía cuenta con 2,65 investigadores cada mil integrantes de la PEA y Brasil con 2,31. China cuenta con 1,7 e India con 1,28.

Gráfico 17. Investigadores a EJC por cada mil integrantes de la PEA en países seleccionados (2012 o último año disponible).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RICYT y OCDE.

No existen datos estadísticos comparables entre estos países sobre la fuga de cerebros, pero se trata de un tema mencionado con frecuencia en la literatura, sobre todo en China e India que cuentan con programas importantes de formación en el exterior. Como ejemplo de la magnitud de este problema, se estima que el 70% de los chinos que estudiaron en el exterior entre 1978 y 2006 no regresó al país.

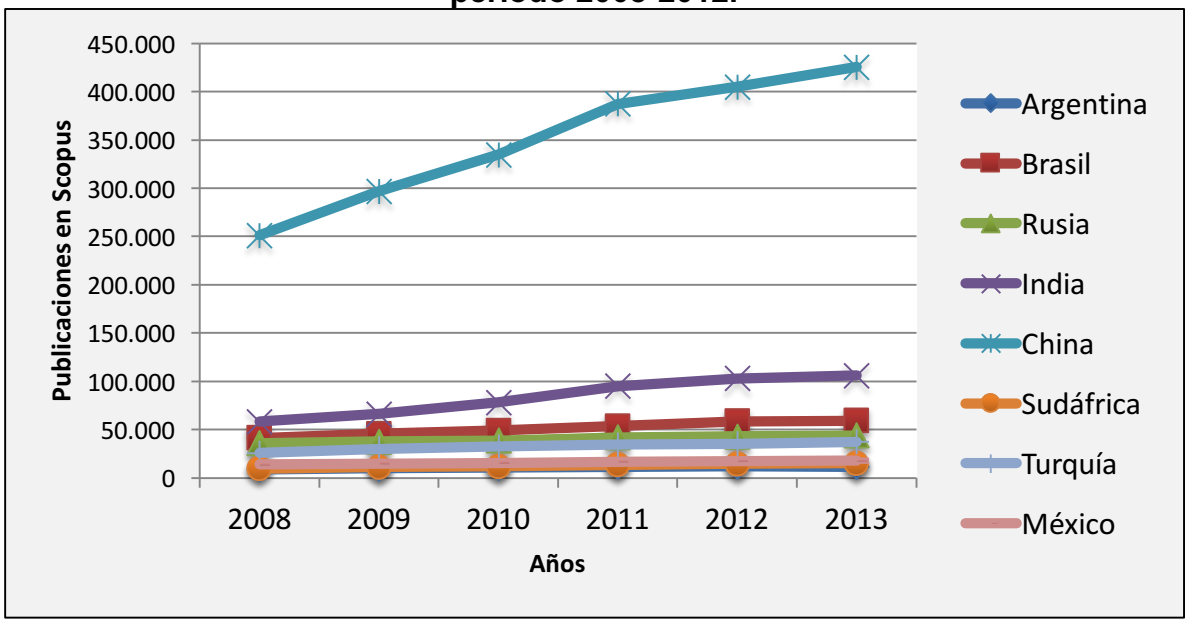
c) Crece la contribución BRICS a la literatura científica

La contribución de los BRICS a la literatura científica global ha crecido rápidamente, aunque su impacto (como se verá a continuación) sigue siendo bajo. Considerando el número de publicaciones en SCOPUS, China tiene la segunda posición mundial, después de Estados Unidos, y con un crecimiento acelerado que alcanzó el 70% entre 2008 y 2013.

La India también presenta un fuerte crecimiento en este periodo. Aunque su volumen es un cuarto del chino, el incremento de sus publicaciones en SCOPUS fue aún más acelerado, alcanzando un 82% de incremento en el periodo analizado.

Brasil, Rusia y Turquía tiene volúmenes de producción menores, que van desde los 60.000 hasta los 37.000 artículos anuales y sus tasas de crecimiento también fueron menores (de entre un 40% y un 20%).

Gráfico 18. Publicaciones de países emergentes en la base Scopus, período 2008-2012.

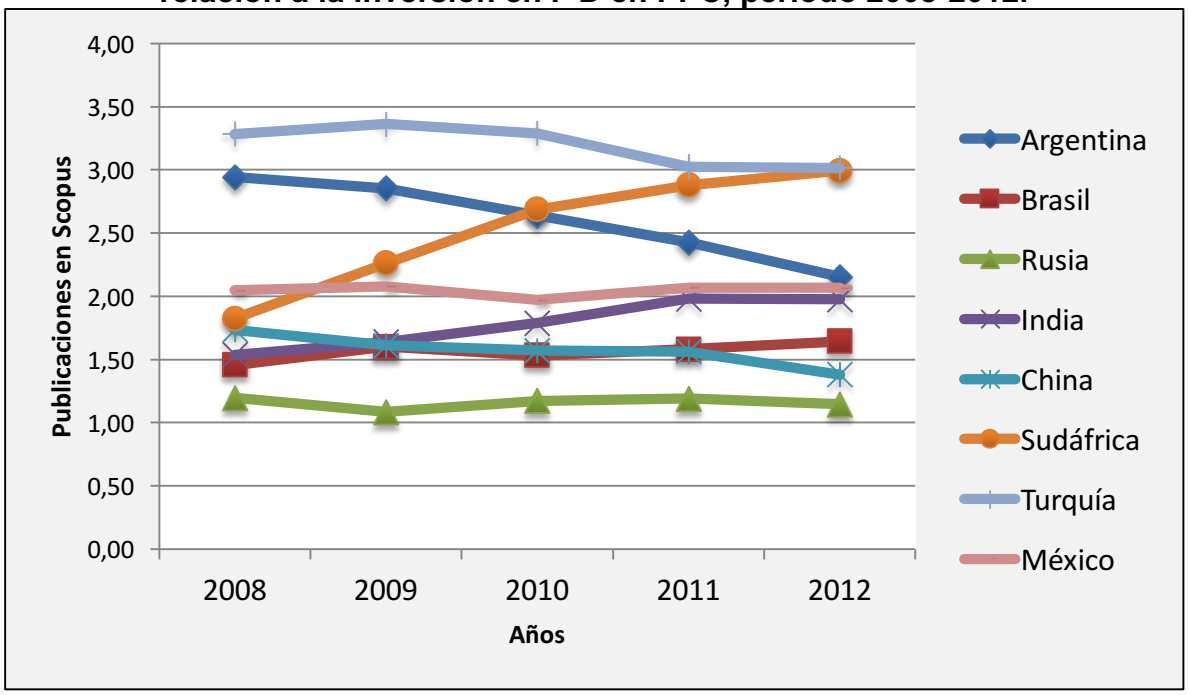


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SJR.

En este contexto internacional, el desempeño de Argentina es relativamente equivalente al de Sudáfrica en volumen, aunque no así en su evolución. El país africano registró en 2013 un total cercano a los 15.000 artículos y Argentina a los 11.000. Sin embargo, el crecimiento desde 2008 de Sudáfrica alcanzó el 60%, mientras que en Argentina los artículos en SCOPUS sólo crecieron un 30%. Si se analiza, en cambio, la relación entre artículos publicados e inversión en I+D se obtienen panoramas disímiles. Rusia y China son los países menos eficientes en este indicador, con 1,35 y 1,38 artículos por millón de dólares PPC invertido en 2012.

Brasil cuenta con 1,64 artículos cada millón. Sudáfrica y Turquía resultan los más eficientes con 3 artículos cada millón invertido. Es llamativo el crecimiento de Sudáfrica en cuanto a eficiencia, aunque hay que considerar que va asociado a una caída de la inversión en I+D. En este contexto, Argentina presenta una trayectoria marcadamente descendente, que va de 3 a 2,15 artículos publicados por cada millón de dólares PPC invertido. Sin embargo, a la inversa que en el caso Sudafricano, esto se da en una época de fuerte expansión de la inversión en I+D.

Gráfico 19. Publicaciones de países emergentes en la base Scopus en relación a la inversión en I+D en PPC, periodo 2008-2012.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RICYT y SJR

d) Bajo impacto y pocas copublicaciones

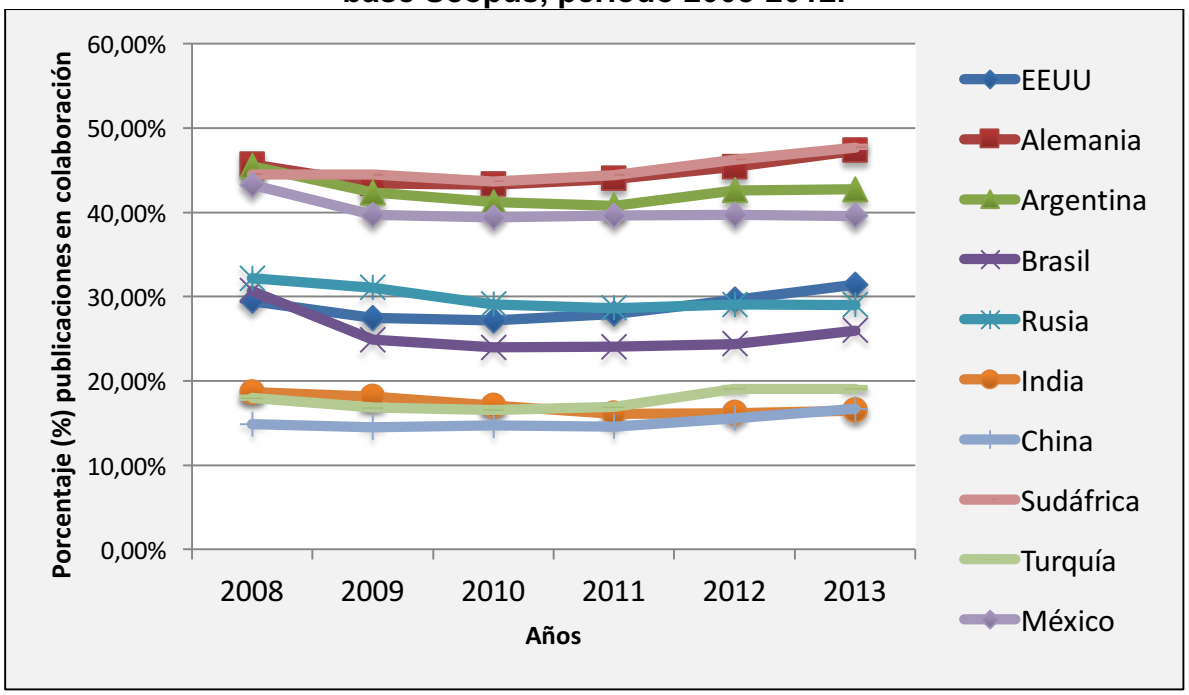
Los datos de producción en colaboración internacional y citas por artículo para los BRICS confirman el rasgo general antes enunciado, aunque con matices. Si bien es cierto que los artículos de los BRICS son menos citados e internacionalizados que los países de mayor desarrollo, hay aspectos interesantes. En este apartado, para tener un parámetro de comparación con países más desarrollados, se ha incluido también a EEUU y Alemania.

El porcentaje de artículos publicados en colaboración internacional es un indicador que debe ser interpretado con cierto cuidado. Por ejemplo, en países de mayor desarrollo un alto nivel de colaboración puede ser signo de fuerte integración con la corriente principal de la ciencia internacional, mientras que en países de desarrollo menor puede interpretarse como una muestra de falta de capacidades endógenas que hacen necesaria la colaboración para alcanzar resultados publicables en revistas de primera línea.

En el gráfico se puede observar que los niveles de colaboración internacional se han mantenido relativamente estables para todos los países analizados. Al mismo tiempo, se destacan tres grupos de países con niveles de colaboración internacional similares. Los más internacionalizados son Sudáfrica, Alemania y Argentina, con una proporción de colaboración con autores extranjeros que oscila entre el 42% y el 47%. En un segundo grupo, Brasil y Rusia tiene valores similares a los de EEUU, con valores que van desde el 25% al 30%. Los países de menor internacionalización de su producción científica incluyen a los de mayor volumen

de publicación. China e India, y también Turquía, colaboran con extranjeros en menos del 20% de sus artículos registrados en SCOPUS.

Gráfico 19. Porcentaje de publicaciones en colaboración internacional en la base Scopus, período 2008-2012.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SJR.

El panorama es muy distinto si se analizan las citas recibidas por los artículos de cada país publicados en SCOPUS. La evolución temporal de este indicador es siempre descendente, como resultado del acortamiento de la ventana de citación (el tiempo durante el cual el documento ha estado publicado y recibiendo citas), por lo que a efectos de este análisis se puede tomar el año 2011. En ese año, los artículos con participación de autores de EEUU y Alemania habían recibido en promedio casi 9 citas. Los BRICS, en cambio, tiene valores mucho menores. El mejor posicionado es Sudáfrica, 6,80. Brasil, India, China y Turquía obtuvieron alrededor de 4 y Rusia 3,2.

El nivel de citas recibidas por los documento con participación de autores de Argentina es llamativamente alto en este contexto, muy por encima de los BRICS. Eso puede tener que ver, en cierta medida, con el nivel alto de colaboración internacional, que puede recibir una cantidad de citas mucho mayor que la producción estrictamente local. En los países con volúmenes grandes de producción (China, India, Rusia) el alto nivel de artículos puramente locales puede tender a reducir el promedio de citas obtenidas.

Tabla 1. Citas promedio por artículo (SCOPUS)

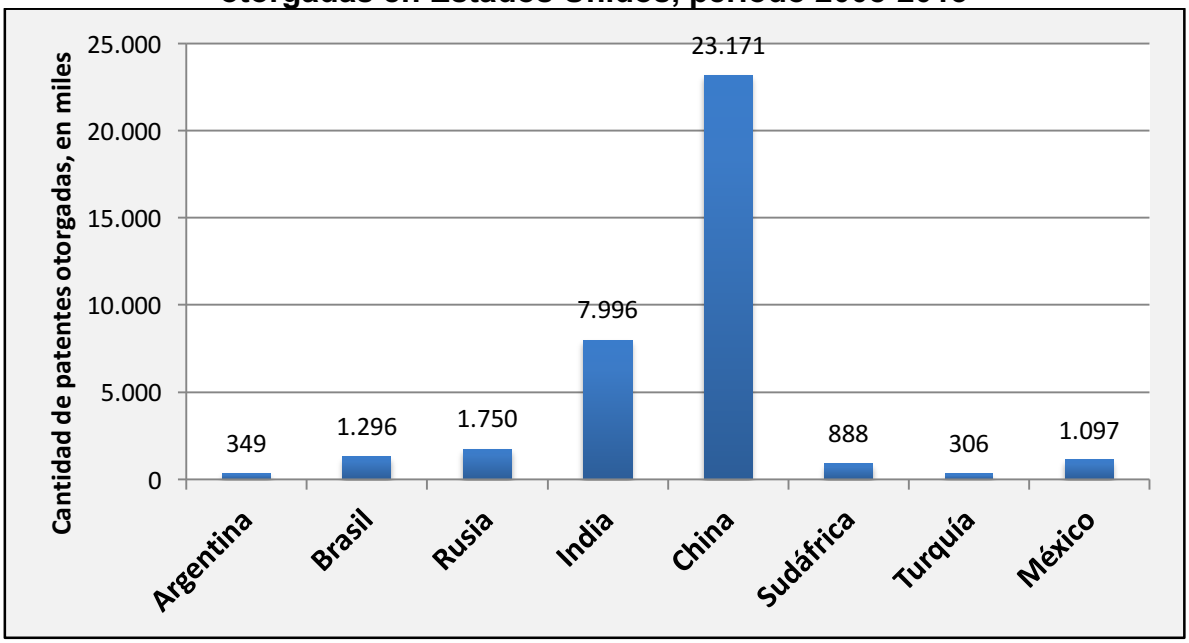
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
EEUU	15,41	12,29	8,95	5,91	3,01	0,64
Alemania	13,57	11,25	8,64	5,84	3,08	0,70
Argentina	11,05	8,46	6,45	4,34	2,52	0,45
Brasil	8,24	6,41	4,67	3,09	0,54	0,11
Rusia	5,41	4,09	3,29	2,25	1,41	0,30
India	7,48	6,21	4,34	2,73	1,37	0,28
China	6,23	5,13	3,99	2,70	0,90	0,18
Sudáfrica	11,19	8,68	6,80	4,35	2,44	0,54
Turquía	7,63	5,93	4,06	2,70	1,51	0,29

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SJR.

e) Escaso crecimiento de patentes en los BRICS

Otro rasgo distintivo de los BRICS es que han tenido en escaso crecimiento en la obtención de patentes, en contraste con su acelerado crecimiento en recursos y artículos científicos. Ese fenómeno se verifica en los indicadores obtenidos de las oficinas de propiedad intelectual de los mercados más atrayentes a nivel mundial (EEUU, Europa y Japón). Aquí tomaremos, como ejemplo, la información sobre patentes otorgadas por la USPTO, la oficina de patentes de los Estados Unidos. Entre 2008 y 2013, China fue el país emergente que más patentes obtuvo en EEUU, con un total de 23.171. Con un volumen mucho menor lo sigue India, con casi 8 mil registros. Del resto, sólo Rusia y Brasil superan las mil patentes obtenidas a lo largo del quinquenio.

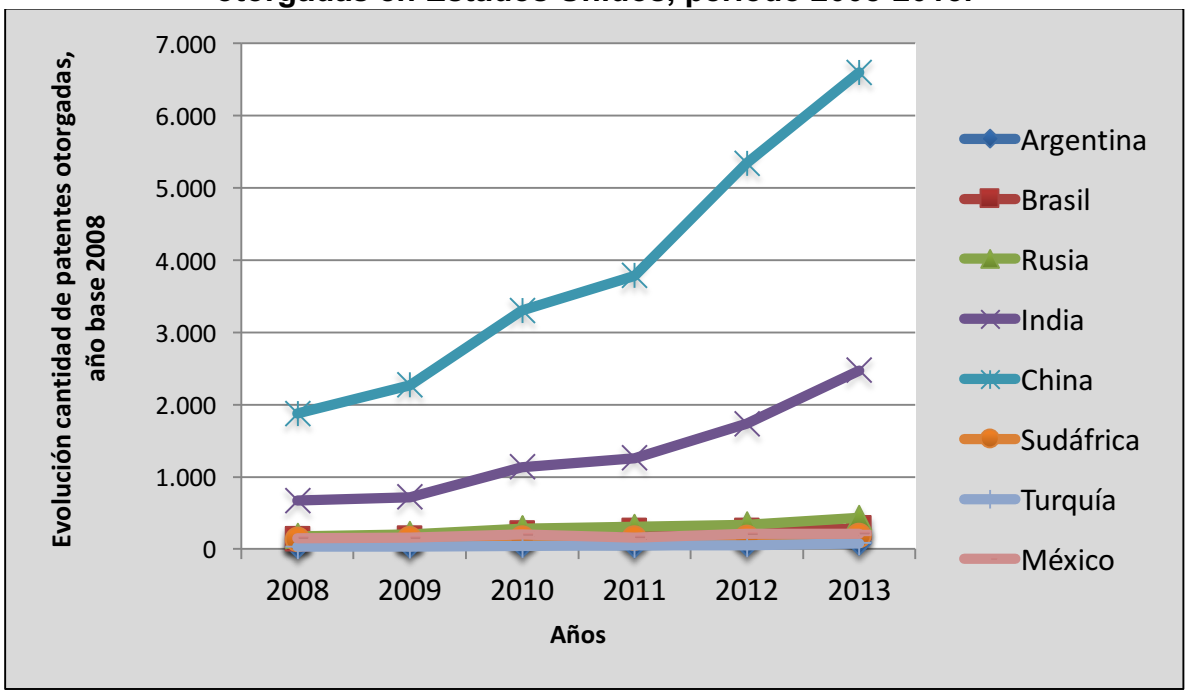
Gráfico 20. Patentes de países seleccionados, otorgadas en Estados Unidos, período 2008-2013



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de USPTO

El ritmo de crecimiento con valores tan bajos no es significativo para la mayor parte de los países. Sí es necesario destacar el crecimiento de China y, en menor medida, de India, que estuvieron cerca de triplicar el total de patentes obtenidas en EEUU anualmente.

Gráfico 21. Patentes de países seleccionados, otorgadas en Estados Unidos, período 2008-2013.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de USPTO

Si bien el nivel de patentamiento en EEUU no se condice con el crecimiento obtenido en otros indicadores, los BRICS sí atraen patentes extranjeras: según estudios recientes, más del 40% de las invenciones de países de la OCDE están protegidas en China.

En el contexto de estos países emergentes, el desempeño de Argentina en patentes es marcadamente menor, incluso en comparación con su desempeño en inversión en I+D y publicación en revistas indexadas. Argentina sólo obtuvo 349 patentes en EEUU entre 2008 y 2013: menos de 60 patentes anuales en promedio.

2. Hacia una tipología de países emergentes

La experiencia adquirida por los países considerados como “emergentes” es de gran interés para definir políticas de ciencia, tecnología e innovación en Argentina, formular nuevos marcos conceptuales y diseñar instrumentos adecuados para lograr los resultados e impactos deseables. Se considera como “emergentes” a un conjunto de países que en los últimos años han crecido a altas tasas sobre la base de una amplitud de recursos de población, territorio, materias primas y mercado interno, rasgos que a priori presentan ciertas similitudes con Argentina. Dentro de los emergentes se ha configurado el conjunto de los BRICS, que tienen a conformar algún tipo de bloque o asociación todavía difuso. La economía de estos países ha crecido en tal medida que algunos de ellos –más allá de China, que por sí misma es un caso demasiado singular- son vistos como ejemplos virtuosos a imitar, pese a que ahora enfrentan algunas turbulencias más o menos severas. La pregunta que cabe formular, desde la perspectiva de este informe es en qué medida y de qué manera la ciencia y la tecnología han tenido que ver con ese proceso.

El supuesto de que las políticas de ciencia, tecnología e innovación son instrumentos indispensables para el desarrollo de los países y la construcción de la economía y la sociedad del conocimiento no se verifica plenamente en los llamados países emergentes o, por lo menos, no en todos ellos. Por el contario, el crecimiento económico de la mayor parte de ellos parece haberse debido más a condiciones favorables derivadas del comercio internacional de bienes primarios, que al desarrollo de las capacidades científica y tecnológica endógenas, por lo que tal supuesto debe ser matizado y, en algunos casos, revisado fuertemente a fin de estar en condiciones de establecer puntos de partida firmes y diseñar nuevas estrategias adaptadas a la casuística de cada país. Los BRICS no son una excepción al conglomerado de los emergentes, aunque existen grandes diferencias entre ellos.

2.1 La importancia de los contextos

La evidencia que surge de la información disponible muestra que, más allá de ciertos formatos normalizados que tienden a ser replicados a impulsos de algunas organizaciones internacionales como la OCDE, el lugar que ocupan las políticas de ciencia, tecnología e innovación en el conjunto de las políticas públicas varía según los perfiles de cada país y su impacto es muy diferente en función de elementos referidos al marco político, los rasgos productivos, la dotación de recursos humanos, las capacidades en I+D y los distintos estilos de vinculación entre los actores públicos y privados.

La diversidad de las políticas se expresa no solamente en su orientación, sino en su intensidad y en el tipo de estrategias que se siguen, lo que incluye el monto y

composición de la inversión en I+D, la colaboración más o menos estrecha entre el sector público y el privado, la vinculación entre empresas y centros académicos, los sistemas de información, los incentivos que se disponen para la movilización de los diferentes actores y los estímulos a las conductas innovadoras.

El modelo político de cada país y su forma de gobierno más o menos democrática son también elementos centrales en la configuración de los modelos de desarrollo económico adoptados, ya que las opciones científicas y tecnológicas que conllevan pueden tener efectos sociales y ambientales sobre los que la población debe tener derecho a decidir. Es por ello que los regímenes democráticos generan un clima más favorable a la participación ciudadana en la discusión de los beneficios y riesgos asociados a los diferentes estilos de desarrollo científico y tecnológico. La información pública y la cultura científica deben formar parte, por lo tanto, de las notas que caracterizan los estilos de política de ciencia, tecnología e innovación.

Los BRICS y otros países emergentes, pese a que ciertos rasgos similares, poseen patrones de desarrollo fuertemente diferenciados, como también lo son sus estructuras políticas y la propia organización de la sociedad. Lo mismo ocurre con las políticas de ciencia y tecnología en su relación con las problemáticas económicas y sociales. Las primeras varían según el modelo económico y el tipo de empresas predominante, en tanto que las segundas lo hacen en relación con las políticas referidas a la salud, la alimentación y la educación.

Las orientaciones hacia los mercados internos o de exportación tienen también incidencia en las políticas científica y tecnológica por cuanto remiten a las fuentes internas y externas de la tecnología, relacionan tipos y tamaños de empresas, distinguen diversidades regionales, involucran diversas políticas públicas, estimular (o limitan) la participación en redes internacionales y movilizan recursos humanos con la formación adecuada.

Brasil, por ejemplo, es la séptima economía del mundo, pero su participación en el comercio internacional es relativamente baja. Mientras en los países desarrollados y en varios de los BRICS el comercio exterior de bienes y servicios supera el cincuenta por ciento del PBI, en la economía brasileña representa menos del treinta por ciento. Esto se debe a que su economía se orienta fundamentalmente al mercado interno y más del 60% de las exportaciones del país son constituidas por productos no industriales o de relativamente baja intensidad tecnológica (bienes primarios) y menos del 30% son productos de mayor contenido tecnológico. Las implicancias de este perfil para las políticas de ciencia y tecnología son evidentes.

El contexto es diferente en Rusia, ya que la transición hacia una economía de mercado fue traumática. Pese a ello, los patrones de la política científica y tecnológica continuaran siendo similares a los de la Unión Soviética, con un fuerte predominio del sector de la defensa. El resto de los sectores industriales rusos es poco competitivo y está orientado al consumo interno. Tan solo el sector

energético (el país es uno de los principales productores mundiales de petróleo y gas) acapara cerca del 75% de las exportaciones. El grueso de la industria es dependiente de las importaciones de maquinaria, equipamiento de transporte, bienes de consumo, alimentos, hierro, plásticos y medicamentos. Esto da como resultado un tipo de desarrollo científico y tecnológico concentrado en torno a ciertas áreas estratégicas.

Diferente es el caso de la India, que más allá de la profunda brecha social que caracteriza al país, apuesta fuertemente a integrarse en cadenas globales de valor en sectores como la industria química, los equipamientos eléctricos y servicios de alto valor agregado, como el transporte, las telecomunicaciones y los servicios financieros. Es evidente que, tanto la búsqueda de ventajas comparativas en sectores vinculados con las TIC, como la brecha social, dan un sesgo determinado a la política científica y tecnológica india.

China es, en realidad, el gran fenómeno emergente de las últimas décadas al protagonizar una revolución de mercado con fuerte impacto en la economía mundial, con la que aspira a pasar de ser una economía basada en la producción de bajo costo (con industrias con tecnología baja a media) a una economía basada en el conocimiento (media y alta tecnología, incluyendo servicios). Uno de los ejes principales de las últimas reformas en el país fue la transformación del sistema de empresas e industrias estatales en corporaciones mixtas. Fundamentalmente, la nueva política está orientada al desarrollo de tecnologías clave para la modernización.

Finalmente, el caso de Sudáfrica muestra también un contexto muy peculiar. Su economía es la más potente del continente africano y acapara el 25% del PBI continental, pero su crecimiento no ha sido suficiente para acabar con la alta tasa de desempleo. Todavía padece ciertos problemas heredados de la etapa de apartheid: un hogar blanco recibe en promedio un ingreso seis veces más grande que un hogar negro. La pobreza y escaso poder económico de gran parte de la población limita su mercado interno.

En razón de las marcadas diferencias entre países, es evidente que no todas las políticas son trasladables de uno a otro, sin considerar los contextos y sus eventuales similitudes. En el análisis de las políticas públicas es fundamental conocer, además, cuando ello es posible, el proceso previo a la adopción de las políticas, especialmente quién las propuso, cómo se construyó la agenda y cuáles fueron los resultados alcanzados.

Surge claramente de los datos disponibles que las políticas de ciencia y tecnología, al igual que otras formas institucionales, no son universales sino específicas de un espacio geográfico, de una cultura y de un tiempo histórico determinados. De allí la importancia de analizar los contextos y tomarlos en cuenta a la hora de trasplantar modelos o instrumentos. Este recaudo es especialmente importante en lo que se refiere a los aspectos instrumentales, ya que aquellos que pueden ser de utilidad en un contexto pueden ser ineficaces en otro.

Los países emergentes, pese a pesar de su distancia de la frontera científica y tecnológica, muestran algunos emprendimientos de gran éxito que operan como bolsones y no son representativos del sistema en su conjunto. Determinados actores, con poder para ello, sostienen la situación excepcional. La posibilidad de replicar estos casos de éxito en el mismo país, en otros temas, o en otros países es dependiente de que la trama de actores sociales que les da sustento pueda ser replicada.

Otro aspecto a considerar es la amplitud de la trayectoria de cada país en ciencia y tecnología. Las trayectorias tienen gran importancia, ya que la construcción de capacidades para la creación y transmisión de conocimientos demanda esfuerzos de largo plazo. La posibilidad de aprovechar oportunidades es dependiente de la capacidad previa el capital humano acumulados.

En tal sentido, es útil rescatar la vieja preceptiva de UNESCO en los primeros manuales de estadística de la ciencia. Algunas recomendaciones de tales catálogos normativos estaban referidas, por ejemplo, a la advertencia de que la política debía tener los pies sobre la tierra, ya que no todos los futuros son posibles. La elección del perfil productivo, se señalaba, depende de la fase de desarrollo en que se encuentra el país y en función de ella deberían ser establecidas las prioridades del plan científico. La visión de la UNESCO era que se debía realizar antes que nada un "inventario del potencial científico y tecnológico" que incluyera un relevamiento general de las capacidades.

2.2 Ejes articuladores

En un mundo tan heterogéneo ¿cómo es posible comparar? ¿Cómo replicar instrumentos que hayan sido exitosos en determinados contextos? Es posible comparar porque la diversidad no impide encontrar algunos rasgos comunes e identificar ciertos estilos o tipos que se caracterizan por determinados "principios fundadores", a los que se refiere Robert Boyer (2014) cuando afirma:

> *"Las formas institucionales… por su propia naturaleza son específicas de un espacio geográfico y de un período histórico. Ahora bien, los análisis de tipo internacional han mostrado que las configuraciones correspondientes se pueden agrupar en un pequeño grupo de tipos ideales que han sido configurados por un mismo principio fundador" (Boyer, 2014).*

En el mismo sentido, el modelo de Daniel Bell (1994) proponía analizar los entramados sociales en base a identificar ciertos ejes articuladores o "principios axiales". Los entramados sociales, afirmaba, no son reflejos de una realidad social, sino esquemas conceptuales. Para la experiencia, el orden fáctico es lo primero, pero para el significado, lo es el orden lógico. Un esquema conceptual, siguiendo a Bell, descansa sobre principios axiales y tiene una estructura axial, es

decir, un marco organizador alrededor del cual se cuelgan las instituciones de acuerdo con una primacía lógica.

Los principios fundantes confieren una lógica determinada al conjunto de las políticas de cada país, en una configuración que incluye el tipo de gobierno, los actores económicos, los agentes sociales en general y la articulación de los sectores público y privado. Si bien tales elementos no son exclusivos de la política científica y tecnológica, la afectan y determinan su peso relativo, el sistema de relaciones y los resultados, entre otros aspectos. Así por ejemplo, no hay políticas de innovación posibles sin empresarios dispuestos a abordar el riesgo, debido a lo cual la existencia de innovadores requiere un clima económico y político que premie la iniciativa privada. Tampoco es posible formular políticas de ciencia y tecnología sin tomar en cuenta a los científicos y tecnólogos.

Con el propósito de encontrar los rasgos comunes y los principios “axiales” o “fundadores” a los que se ha hecho referencia, es posible considerar algunas dimensiones en base a las cuales definir los modelos estilizados o “tipos ideales” de políticas de ciencia y tecnología. n este análisis las políticas de ciencia y tecnología pueden ser consideradas en gran medida como dependientes de aquellas dimensiones de carácter más general que conforman diferentes tipos de países. Las de educación superior quedan en un territorio intermedio, ya que pueden influir en el tipo de política de ciencia y tecnología en forma independiente y ser influidas ellas a su vez por los aspectos contextuales, el estilo de desarrollo, la inserción internacional y el dinamismo de la sociedad. Por las características de este estudio, las políticas de ciencia y tecnología y las de educación superior se abordan específicamente y en más detalle.

2.3 Dimensiones contextuales

1. **Rasgos generales**
   Economía. Tamaño y composición del PBI. Población. Sistema político. Instituciones. Forma de gobierno. Procesos de toma de decisiones y de resolución de conflictos. Historia, crisis vividas.

2. **Estilos de desarrollo**
   Desarrollo inclusivo o con brecha social. Dinamismo general de actividad económica: impulso del gobierno o tirón del mercado. Niveles tecnológicos predominantes. Orientación hacia el mercado interno y de exportación. Cadenas de valor a nivel internacional en las que el país participa.

3. **Inserción internacional**
   Relación con los grandes centros, los restantes BRICS y otros países. Un gradiente entre relativo aislamiento internacional, integración regional (limitada) e integración en gran escala.

4. **Participación ciudadana**
   Espacio para la sociedad civil. Pluralidad democrática. Libertad de expresión. Acceso a la información. Organizaciones de la sociedad civil y su desempeño en el campo de las políticas públicas.

2.4 Dimensiones de análisis específicas

Las capacidades en materia de ciencia, tecnología y educación superior pueden ser encaradas teniendo en cuenta su relativa dependencia de las dimensiones anteriores. En particular, las políticas de ciencia, tecnología e innovación guardan estrecha relación con el marco general que define el tipo de país. La centralidad que se asigne en cada caso a estas políticas condiciona la intensidad, orientación y eventual sectorización del accionar de los gobiernos en el ámbito del conocimiento científico y tecnológico. Del mismo modo, los procesos innovadores requieren el marco de sociedades que estimulen el accionar independiente de los actores económicos, aunque en el caso de países que protagonizan procesos de "crecimiento autoritario" sea objeto de discusión cuáles son los rangos y los límites en los que la innovación es posible, en relación con los incentivos y los obstáculos a la conducta innovadora de los agentes económicos.

Educación superior
Amplitud, complejidad institucional y cobertura. Orientación predominante: excelencia y masividad. Tipo de instituciones de educación superior. Prioridad por la investigación universitaria o la docencia. Espacio del posgrado. Vinculación con el sector productivo o investigación como bien público no apropiable.

Sistema de ciencia, tecnología e innovación
Complejidad institucional, recursos humanos, niveles y fuentes de inversión. Vinculación con la innovación y con la educación. Grandes prioridades nacionales estratégicas y modo de determinación: planificación central o respuesta a demandas. Gobernanza. Mecanismos de consulta y relevamiento de la opinión pública acerca de ciencia y tecnología. Evaluación de calidad y pertinencia.

2.5 Ejes organizadores

Como una aproximación a la construcción de los "tipos ideales" de países emergentes y, muy particularmente, de los BRICS, el paso siguiente es identificar algunos principios organizadores. En este caso, se proponen dos ejes alrededor de los cuales parece posible ordenar la tipología. Los ejes organizadores surgen de confrontar tensiones y aspectos polares de las dimensiones de análisis generales.

En el primer eje, los aspectos contextuales preponderantes son aquellos que remiten a la organización política, la forma de gobierno y el tipo de estructura económica. Los estilos de desarrollo se derivan, en un caso, del impulso que proporciona el gobierno central con sus políticas e incluso mediante la adopción del papel de productor de bienes y servicios; en el caso opuesto, predominan las demandas de mercado, con mayor o menor intervención promotora y reguladora del gobierno.

La vocación industrialista o el predominio de los intereses financieros juegan también un papel decisivo. La vocación industrialista puede surgir como proyecto político del gobierno o como resultado de la acción de empresarios innovadores. Los intereses financieros se han mostrado en los años más recientes como los responsables de "burbujas" de crecimiento económico sin auténtico desarrollo productivo, lo que ha dado lugar las últimas crisis de la economía internacional. La inserción internacional es también una dimensión importante, tanto por la configuración de mercados a que puede dar lugar, como por la adhesión a estructuras políticas supranacionales, que plantean reglas de juego e intervienen en la actividad económica como agentes financiadores o determinantes de ciertas políticas. El ejemplo más obvio de este tipo de construcción supranacional es la Unión Europea.

> **Estado – Mercado.** El primer eje se articula alrededor del papel de estado y del mercado, como un continuo en el que los países puedan ser ordenados en función de una predominancia hegemónica del poder gubernamental con mercados fuertemente intervenidos, hasta el extremo opuesto de una gran apertura hacia el mercado, con un moderado papel regulador por parte del estado. En ambos casos se los toma en cuenta como motores del proceso de desarrollo y ordenadores de las prioridades económicas y tecnológicas, entre otras. En los BRICS esta tensión está muy presente, particularmente en aquellos países como China y Rusia en los que el modelo del comunismo ha dejado una fuerte impronta de centralización política. En menor medida y por motivos diferentes, entre los que se cuenta la tradición de "capitalismo de estado" y la brecha social, Brasil administra una transición a veces turbulenta, como en el presente. Alguna similitud tiene esta transición con la de Sudáfrica, ya que después del apartheid no solamente la economía, sino la propia sociedad y la política están sometidas a las tensiones que limitan la apertura al mercado. Finalmente, India es vista como modelo de nuevo mercado, pero la profunda inequidad de su estructura social plantea problemas a los que el mercado probablemente no puede dar respuesta. Por otra parte, la inserción de la India en los mercados internacionales de alta tecnología es el resultado del impulso dado a tal proceso desde la esfera estatal.

En el segundo eje, los aspectos contextuales predominantes se refieren al estilo de los procesos de toma de decisión. También este eje se organiza como un gradiente que parte de una baja utilización de herramientas de decisión de tipo

estratégico, hasta un extremo en el que el gobierno ejerce la capacidad de elegir algunos sectores a los que asigna interés estratégico y, en consecuencia, aplica recursos abundantes a determinados programas que responden a tal interés y los sostienen en el tiempo, preservándolos de los eventuales altibajos del resto de la economía.

La baja utilización de recursos estratégicos puede expresar un "autoritarismo fallido"; esto es, la incapacidad del gobierno para establecer rumbos de largo plazo aceptables para el conjunto de actores sociales o económicos. Sin embargo, el desplazamiento sobre el otro eje puede indicar la configuración de un gobierno que por razones ideológicas o de otra índole deja libre actuación a las fuerzas del mercado, autolimitándose en su intervención.

El concepto de especialización estratégica en su grado máximo conlleva la actuación de un gobierno en el campo productivo y tecnológico priorizando unos sectores por sobre otros, en razón de intereses que son definidos como "de Estado". Este tipo de configuraciones pone de manifiesto dos aspectos contradictorios: de un lado, la fuerza de un gobierno para adoptar y sostener un rumbo; de otro lado, la debilidad para poder asignar recursos a la totalidad de los problemas y demandas de la sociedad. Dado que en el extremo este eje remite a gobiernos autoritarios, la participación ciudadana es el contrapeso de los estados centralizados.

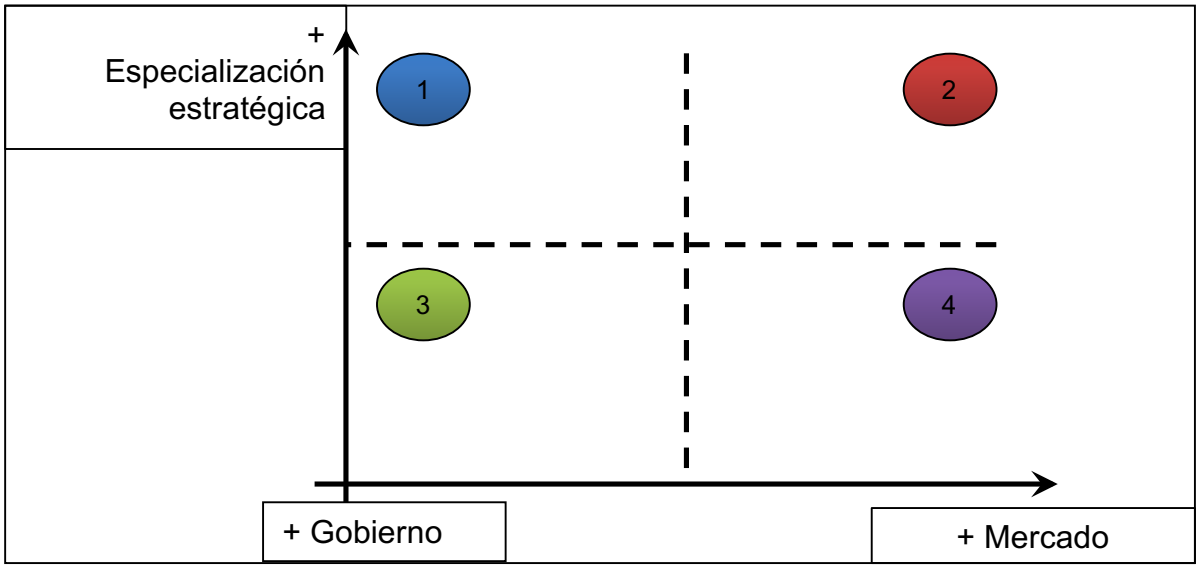
> **Especialización estratégica.** El eje denominado como de "especialización estratégica" remite a la capacidad de adoptar decisiones que prioricen fuertemente ciertos sectores productivos y tecnológicos por parte del gobierno, asignándoles el carácter estratégico, ya sea por razones económicas, políticas o militares. Está concebido como un gradiente desde una baja a muy alta utilización de criterios estratégicos en el proceso de toma de decisiones, incluyendo en el gradiente el tipo de autoridad que se ejerce en el proceso decisorio; esto es, si la prioridad estratégica deviene de algún tipo de acuerdo con otros actores, o es impuesta por decisión unilateral. Rusia se destaca por su especialización estratégica en temas de defensa, lo que le permitió desarrollar una capacidad tecnológica que le ha permitido competir con éxito en el desarrollo de armamento avanzado y sostener el pulso con los Estados Unidos en la carrera espacial. Tal capacidad tecnológica no ha derramado, sin embargo, sobre la capacidad productiva del país, probablemente por los insuficientes incentivos a la innovación. También su gran potencial como productor y exportador de petróleo y gas le ha permitido especializarse tecnológicamente a través de una empresa estatal. China es un caso parecido, con la diferencia de que el Partido Comunista todavía ocupa el poder y define los objetivos estratégicos del país. Incluso la actual apertura a los mercados es un proceso dirigido por las autoridades chinas. Brasil, a escala menor, también definió objetivos estratégicos en algunos sectores, como parte de su modelo de capitalismo de estado, recogiendo éxitos y fracasos

tecnológicos. El caso de EMBRAER ha sido un gran éxito, logrando posiciones de liderazgo en mercados muy competitivos y sofisticados, pero el de la empresa estatal COBRA (Computadores Brasileiros) creada en 1974 para producir computadoras con tecnología local fue un fracaso por no haber podido competir con las multinacionales de informática. La India, a través de la formación de recursos humanos logró una especialización estratégica en temas de software, pero Sudáfrica no ha modificado su perfil basado en la producción de bienes primarios.

2.6 Hacia una tipología

Llevando los dos ejes a un plano, como un sistema de coordenadas, se configura un espacio en el que los diferentes países pueden ser ubicados en puntos de este espacio que reflejen sus rasgos más característicos.

Gráfico 22.



Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del eje **y** se da un gradiente de liderazgo en emprendimientos que permiten la especialización de cada país en determinadas tecnologías y sectores productivos considerados estratégicos por el nivel político. A lo largo del eje **x** se da un gradiente de mayor demanda de conocimiento y tecnología por parte de los mercados. Es importante distinguir la demanda de los mercados de la inversión de las empresas, ya que en muchos países las empresas más estratégicas son de carácter público y responden a políticas de gobierno.

En los cuadrantes **1** y **2** se ubican países con fuerte especialización estratégica en tecnologías de frontera, que los convierten en líderes mundiales en determinadas

tecnologías; en un caso motorizado por el sector públicos y en el otro por impulso del sector privado. En los cuadrantes **3** y **4** se ubican países con baja especialización estratégica, en un caso con mayor protagonismo del gobierno y en el otro con predominio de las demandas del mercado.

El cuadrante 2 puede ser considerado como óptimo, desde el punto de vista del desarrollo, ya que representa una alta demanda de tecnología por parte del mercado y una fuerte especialización tecnológica que hace del país un líder en ciertas tecnologías de frontera. En este cuadrante se ubicarían los países industriales avanzados, en los que existe un gran dinamismo de las empresas privadas en el terreno de la I+D, pero también un acompañamiento del Estado con fuertes políticas de fomento de áreas estratégicas (como, por ejemplo, las iniciativas del Congreso de los Estados Unidos en materia de tecnología espacial, nanotecnología o salud).

Los cuadrantes configuran de tal manera cuatro tipos típicos. El tipo es dinámico y hasta cierto punto inestable, ya que en cada cuadrante los países se ven sometidos a la presión de ascender en dirección al cuadrante 2 y amenazados con descender hacia cuadrantes menos favorables.

Tabla 2. Los tipos

	Motor público	**Motor privado**
Liderazgo mundial en emprendimientos tecnológicos sectoriales estratégicos	**Centralización estratégica potente** **1**	**Competencia en mercados dinámicos** **2**
Limitado liderazgo mundial en emprendimientos tecnológicos sectoriales estratégicos	**Centralización limitada, por bolsones** **3**	**Competencia en mercados subordinados** **4**

Fuente: Elaboración propia.

Es evidente que países como China y Rusia, pese a haberse abierto al mercado, conservan una estructura política centralizada que incide en muchos aspectos de la vida económica y social.

> "*A pesar de que hoy en día haya decenas de empresas privadas que operan rentablemente en China, muchos elementos de la economía todavía*

> *están bajo el control y la protección del Partido*" (Acemoglu y Robinson, 2014).

En opinión de los autores, el crecimiento chino se basa en la adopción de tecnologías existentes, mayormente extranjeras, con exportaciones masivas, en su mayor parte de productos de baja gama tecnológica, lo que no favorece una dinámica innovadora. Se menciona, por ejemplo, que hay problemas con los derechos de propiedad y que se requiere apoyo político, a nivel local o nacional, para que una inversión significativa sea autorizada. El control del Partido sobre los medios de comunicación, incluyendo Internet, es muy amplio, lo que conduce a la autocensura, generando un clima muy poco propicio para el riesgo propio de la innovación.

Brasil, la India y Sudáfrica, con distintos rasgos, están más abiertos al mercado. En el caso de Brasil, desde hace muchas décadas el país explora un estilo de desarrollo con sello propio, que ha sido denominado como "capitalismo de estado" y se ha extendido, tanto durante los gobiernos militares, como en los posteriores gobiernos democráticos. Se lo denomina de este modo porque el gobierno controla empresas en sectores como la industria aeronáutica, el petróleo o la electricidad, que considera clave para su modernización. Adicionalmente, Brasil impulsó una política de inversión indirecta del gobierno en determinadas compañías, colocando al estado como accionista minoritario, pero con gran influencia en la determinación de sus estrategias productivas y comerciales. Pero esta política es cuestionada en la actualidad, en un contexto en el que la economía se estancó y la petrolera estatal Petrobras sufre de endeudamiento, en medio de un escándalo por denuncias de corrupción.

> *Brasil, como gran parte de los países latinoamericanos disfrutó de varios años de balanza comercial favorable por el alto precio internacional de los bienes primarios y esto, en el plano social, se tradujo en la paradoja de una disminución de la pobreza conjuntamente con un aumento de la desigualdad. Los países de América Latina y el Caribe (…) definen la región más desigual, superando inclusive al África subsahariana pobre. Esta zona tiene la más alta apropiación del ingreso nacional por parte del decil superior, en comparación con el más bajo y esta división social extrema es una característica persistente de América Latina, aun cuando el ingreso mediano es mucho más alto que en África. La pobreza persiste en medio de sociedades ricamente dotadas en términos de recursos naturales. Incluso economías industrializadas, como Brasil, sufren el mismo problema" (Boyer, 2014).*

La India es presentada como el nuevo milagro económico capitalista y muchos analistas presumen que va en camino de convertirse en potencia económica mundial. De hecho, el modelo de capitalismo del país es extremadamente liberal y conduce, entre otros aspectos, a que el "milagro" se construya sobre la base de mano de obra muy barata y condiciones de trabajo penosas, incluyendo trabajo infantil esclavo, lo que es denunciado por numerosas organizaciones de derechos

humanos. La India, como otros BRICS, cuenta con bolsones de empresas de alta tecnología y productividad, que conquistan mercados externos vía la implementación de innovaciones de diversa índole. Junto con China, es uno de los países de este conjunto que más diversificadas tiene sus exportaciones.

Sudáfrica también recurre a un modelo peculiar de sistema capitalista. Sin embargo, la economía sudafricana parece tener poco que ver con un mercado de laissez-faire. El historiador, poeta y militante político Alexander Neville, compañero de prisión de Nelson Mandela, afirmaba que el "*sistema capitalista de apartheid simplemente le ha dado paso a un sistema capitalista post-apartheid*". La escena política sudafricana refleja esa visión de inclusión y exclusión, por lo que a nivel popular el capitalismo de libre mercado es visto con desconfianza.

A la luz de estas consideraciones:

- Rusia y China se ubicarían en el tipo de "**centralización estratégica potente**" (cuadrante 1), con un fuerte protagonismo del estado y planificación estratégica en áreas priorizadas por el poder central. El rol de las empresas (públicas y privadas) está subordinado a la planificación estatal.

- Brasil, que ha sido consecuente en aplicar políticas de especialización en tecnologías clave (por ejemplo la aeronáutica y el petróleo), aunque no se ha convertido en un lider mundial en esos sectores, como por ejemplo los es Rusia en defensa. De esa manera, se ubicaría en el tipo de "**centralización limitada, por bolsones**" (cuadrante 3), cerca de la intersección con el 1 y el 4, con tendencia a desplazarse hacia uno de ellos.

- India está ubicada en el tipo de "**competencia en mercados subordinados**" (cuadrante 4), con una gran preponderancia del mercado; particularmente, con empresas privadas que aprovechan el gigantesco mercado interno y las ventajas comparativas basadas en mano de obra barata para ser competitivas en el exterior, aunque con pocos sectores de alta tecnología.

- Sudáfrica y Turquía también pueden ser ubicados en el mismo tipo, con una creciente importancia de las empresas privadas en la demanda de conocimiento y tecnología.

- Argentina puede ser también ubicada en el tipo de **centralización limitada, por bolsones** (cuadrante 3), con pocas demandas de mercado de conocimiento y tecnología. Sin embargo, las principales políticas de ciencia, tecnología e innovación (particularmente en lo referido a energía nuclear y tecnología satelital) apuntan a desplazarla hacia el cuadrante 1. Argentina busca especializarse en tecnologías estratégicas mediante el direccionamiento de fondos para la I+D y consolidando ciertas capacidades de gran calidad en ciertos campos más relacionados con demandas de mercado, como la biotecnología.

- En México, que también ocupa el mismo tipo, preponderan políticas de fomento a la innovación en el sector privado, que buscan la integración de un sistema nacional de innovación más dinámico. Buscaría desplazarse así hacia el cuadrante 4.

- Ningún país emergente ocupa plenamente el tipo de "**competencia en mercados dinámicos**" (cuadrante 2).

¿Cómo influye la configuración contextual en las variables dependientes? ¿En qué medida los tipos tornan congruentes las políticas de educación superior, por un lado, y las de ciencia y tecnología, por otro? Para dar respuesta a estas preguntas se examinarán algunos rasgos característicos los sistemas de educación superior y científico tecnológico en los BRICS y algunos otros países emergentes.

2.7 Educación superior

El sistema de educación superior de Brasil muestra claramente la visión estratégica de los gobiernos del país en esta materia, ya que desde los años sesenta su expansión ha ido de la mano de las políticas de industrialización, pero al mismo tiempo refleja la brecha social y la complejidad de la sociedad brasileña. Se trata de un sistema muy complejo y desigual, como también lo es el propio país. Es un sistema estratificado en distintos modelos institucionales varios niveles de calidad y prestigio, que hoy cuenta con 257 instituciones públicas (federales, estaduales y municipales) y 2.141 privadas. Algunas son de alta calidad, pero la mayoría carecen de la calidad necesaria. En 1968 tuvo lugar una reforma universitaria que definió que las funciones básicas de las universidades son la docencia, la investigación y la extensión. Sin embargo, en los noventa se permitió la expansión libre y de dudosa calidad del sector privado en el sistema universitario.

La escasez de docentes con buena formación impulsó en la década de los setenta la realización de cursos de posgrado en el exterior. En 1987 fue creado el *Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas* (RHAE). Se trataba de un programa pionero en el reconocimiento de la necesidad de mayor orientar la formación de recursos humanos hacia las necesidades del desarrollo tecnológico nacional. Se definieron estratégicas, como la biotecnología, las TIC, la ingeniería de precisión, nuevos materiales y productos químicos finos. Actualmente se gestionan programas que motivan la intensificación de la formación así como la internacionalización de la educación superior, dando énfasis a la movilidad de estudiantes, docentes e investigadores con el propósito de generar redes y desarrollar proyectos conjuntos con otros países en áreas estratégicas para el país. La interacción universidad y sector privado en muy débil por lo que el Gobierno se ha planteado el incremento y fortalecimiento de esta relación como una de sus prioridades. Por tanto, ha puesto en marcha diversos instrumentos para lograr que las empresas cuenten con el apoyo de doctores; se

generen nuevas líneas de trabajo y negocios, se abran polos tecnológicos, incubadoras, entre otras.

En Rusia las universidades rusas contribuyen escasamente a la I+D del país, y no funcionan como un actor central en los procesos de creación y difusión de conocimiento aplicado. Por este motivo el gobierno ha lanzado iniciativas para fomentar la investigación aplicada en las universidades, creando un programa llamado "Universidades de Investigación". También ha creado instrumentos específicos para lograr que un grupo de casas de estudio del país eleven sus estándares e indicadores y así figuren en buenas posiciones en los ránquines mundiales de universidades con mayores capacidades de I+D.

El sistema de educación superior de la India incluye universidades públicas y privadas. Las públicas son financiadas por el gobierno nacional y los provinciales; mientras que las universidades privadas son financiadas por diversas sociedades e instituciones. Las universidades del país son reconocidas como tales por la Comisión de Subvenciones Universitaria (UGC por sus siglas en inglés), la cual está a cargo de la coordinación, y reglamentación de normas de enseñanza universitaria. El gobierno central es el responsable central de las políticas universitarias en el país y le provee financiamiento a la UGC. El gobierno central también es responsable de la declaración de instituciones educativas como instituciones universitarias, bajo la recomendación de la UGC. Los gobiernos estatales son responsables del establecimiento de los *colleges* y provee financiamiento para su desarrollo.

En el campo de educación superior, el gobierno chino diseñó e implementó el Proyecto 211: se trata de un proyecto de Universidades Nacionales Clave iniciado en 1995 por el Ministerio de Educación. La intención del programa es elevar los estándares de investigación de universidades de alto nivel alineadas a las estrategias del desarrollo socioeconómico. La participación de las universidades es central en la política de innovación, pues son actores fundamentales del sistema de innovación chino, en especial a través de la implementación de los parques científicos y tecnológicos universitarios. En la actualidad China tiene más de 118 instituciones de educación superior (algo así como el 6%) vinculadas al Proyecto 211. Estas instituciones forman el ochenta por ciento de los estudiantes de doctorado, dos tercios de los estudiantes de posgrado, la mitad de los estudiantes extranjeros y un tercio de los estudiantes de grado. Ofrecen casi la totalidad de los campos considerados clave a nivel estatal, así como de los laboratorios estatales clave: Utiliza el 70% del financiamiento para la investigación científica.

El sistema de educación superior de Sudáfrica muestra también las tensiones propias del fin de la segregación racial. En 1994, al final del *apartheid*, el sistema de educación superior sudafricano contaba con 36 instituciones de educación superior públicas divididas entre universidades y "*technikons*", que son instituciones que ofrecen enseñanza técnica a nivel superior, pero lo hacían en forma diferenciada a los distintos grupos raciales. La estrategia del gobierno

sudafricano para mejorar el sistema ha sido reducir de 36 a 21 las instituciones de educación superior. A pesar de sus buenas intenciones, el llamado a unificarse encontró inicialmente considerable resistencia y confusión por parte de las instituciones y sus elementos constitutivos.

El sistema estatal de universidades en Turquía es relativamente pequeño (0,41% del PBI en 2012). Produce pocas publicaciones internacionales en las revistas prestigiosas y tiene solo una universidad de rango mundial (*world class university*). La investigación pública está atravesando importantes reformas para mejorar su calidad y relevancia, incrementar la colaboración con el sector privado y hacer uso de los recursos privados. Se ha reforzado la evaluación de desempeño en las universidades y en los institutos de investigación públicas PRI, con un protocolo elaborado cooperativamente por el Ministerio de desarrollo y el TÜBITAK.

El sistema mexicano de educación superior está integrado por universidades, institutos tecnológicos, instituciones educativas estatales y las escuelas normales. La participación de las universidades en la ejecución de la I+D es del 28,5% de gasto total del país. Este es uno de los sectores que más apoyo recibe por parte del Estado Federal. Sin embargo, aún se presentan problemáticas en la articulación de este sector con otros sectores fundamentales como el sector productivo. El carácter de la formación es academicista y muy poco dirigido a la I+D, a la transferencia y la vinculación tecnológica.

2.8 Sistemas de ciencia, tecnología e innovación

Como se señaló anteriormente, la política de ciencia, tecnología e innovación resulta una variable dependiente de las políticas de nivel más general de los países, de su estilo de desarrollo, los niveles de inserción internacional y la intensidad de la participación ciudadana. En base a la síntesis de esas características fue posible definir cuatro tipos en los que se ubicó a los BRICS. A continuación se describen los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de los países que integran este grupo, señalando sus características principales y su relación con los tipos delineados anteriormente.

a) BRASIL

Al igual que el sistema de educación superior, el sistema de ciencia, tecnología e innovación de Brasil tiene un alto nivel de complejidad, relacionado con la multiplicidad de actores e instrumentos de intervención existentes, organizando así el esfuerzo de uno de los 15 principales productores de conocimiento científico a nivel mundial. A nivel federal, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CCT, es el encargado de asesorar a la Presidencia de la República en materia científica, tecnológica y de innovación, proponiendo las políticas del sector. A nivel ejecutivo, el Ministerio de la Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), creado en 1985, es el organismo rector del sistema brasileño de ciencia y tecnología.

Vinculadas al MCTI se encuentran otras organizaciones clave del sistema. La principal es el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), que tiene como principales atribuciones fomentar la investigación científica y tecnológica e incentivar la formación de investigadores brasileños. Se trata de una institución creada en 1951, aunque existían propuestas para su creación desde 1931. Se trata así de un organismo pionero de la política científica en la región y su aparición es incluso anterior a la tardía reforma universitaria brasileña de 1958.

También vinculada al MCTI está la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), que promueve económicamente el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación con instrumentos diseñados para los diferentes agentes del sistema.

Sin embargo, otros ministerios tienen también un papel relevante en la promoción y ejecución de actividades científicas y tecnológicas. Por ejemplo, la Coordinadora de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES), dependiente del Ministerio de Educación, desempeña un papel fundamental en la expansión y la consolidación de formación de recursos humanos mediante posgrados, maestrías y doctorados. En los últimos tiempos se han masificado los programas de formación de investigadores brasileños en el extranjero; a tal fin, cuentan con programas como el emblemático Ciencia Sin Fronteras.

Dentro del Ministerio de Agricultura y Abastecimiento, las actividades de ciencia y tecnología se canalizan a través de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y el Instituto de Tecnología de Alimentos (ITAL). El Ministerio de Salud también es un actor importante del sistema de ciencia y tecnología contando, por ejemplo, con la renombrada Fundación Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

En un área estratégica para el país, también se destaca el Ministerio de Minas y Energía que cuenta con dos centros de I+D en conjunto con empresas estatales: el Centro de Investigaciones y Desarrollo Leopoldo Américo M. de Mello (CENPES- PETROBRAS) y el Centro de Investigación de Energía Eléctrica (CEPEL- ELECTROBRAS). Estos son ejemplos de la instrumentación del "capitalismo de estado", donde el gobierno ejerce control sobre áreas estratégicas mediante empresas públicas.

Por último, y específicamente en temas de innovación, un actor de nivel federal sumamente relevante es el Banco Nacional de Desarrollo (BNDES). En su planteamiento Corporativo 2009/2014, el BNDES eligió a la innovación, el desarrollo local y regional y el desarrollo socio-ambiental como los aspectos más importantes de fomento económico en el contexto actual. De esta forma, estos aspectos deben ser promovidos y enfatizados en todos los emprendimientos apoyados por la entidad.

A nivel de los estados, la implicación en el sistema de ciencia, tecnología e innovación es desigual. Sin embargo, en los estados más industrializados existen políticas específicas de apoyo e instrumentos de gran relevancia. El caso

paradigmático es el del Estado de San Pablo, con la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de San Pablo (FAPESP) y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas del Estado de São Paulo (IPT).

Uno de los desafíos pendientes para Brasil es fomentar la innovación en el sector privado. El rol de las empresas en este proceso es poco sobresaliente, en la medida que, más allá de las grandes empresas que son apoyadas por el estado y que son líderes en ciencia y tecnología, los procesos de innovación que llevan a cabo se asocian sobre todo a la adquisición de tecnología extranjera que se adapta para desarrollar productos para el mercado local y regional. El crecimiento del número de las empresas en el país no se asocia a sus procesos productivos innovadores o a la competitividad que puedan tener globalmente. A nivel macro, Brasil cuenta con una estructura económica poco atractiva para generar nuevas empresas y negocios, de acuerdo a los altos costos derivados de impuestos y tasas de interés, excesiva burocracia y una infraestructura con fuertes debilidades para el fomento de la innovación.

Tradicionalmente el gobierno brasileño ha apoyado el desarrollo industrial tomando medidas que generan en las firmas locales pocos alicientes para invertir a largo plazo en I+D e innovación. Ante esta situación, el gobierno brasileño ha puesto en marcha diversos mecanismos para reducir la brecha existente entre la industria y la ciencia y tecnología. Entre estos mecanismos se encuentran los Fondos Sectoriales, la Generación de Incubadoras y Parques tecnológicos que son descriptos el apartado correspondiente al perfil de país.

Brasil ha puesto en práctica numerosos instrumentos de promoción de la innovación empresarial; sin embargo, no han tenido los resultados esperados ya que, en general, la producción de las empresas brasileñas es de baja intensidad tecnológica y muy pocos parques e incubadoras llegan a ser notables por sus actividades en I+D e innovación.

Las características del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Brasil aquí resumidas son consistentes con su ubicación en el tipo de “centralización limitada, por bolsones” (cuadrante 3). Si bien se observa un estado que se constituye en el principal actor del sistema de ciencia, tecnología e innovación y que ha desarrollado una cierta complejidad institucional, pero a pesar de que ha tratado de acompañar la industrialización con la oferta de tecnología sólo lo ha logrado en algunas áreas estratégicas específicas que, una vez más, están dirigidas por empresas públicas (por ejemplo energías e industria aérea).

En la industria en general, e incluso en los sectores estratégicos mencionados, no fue posible consolidar aún un involucramiento significativo del sector privado. El mercado local y las exportaciones brasileñas, dominadas por los bienes primarios, no demandan tecnologías de manera masiva y siguen concentrados en la manufactura basada en tecnologías maduras. Los resultados de las encuestas nacionales de innovación muestran que la principal actividad que realizan las empresas con ese objetivo es la compra de bienes de capital.

b) RUSIA

Antes de la caída del régimen comunista, la Unión Soviética era considerada un bastión del conocimiento: era una potencia científica en campos como el de física teórica, la tecnología nuclear y espacial. El colapso soviético llevó a un derrumbe de la inversión pública en ciencia y tecnología y al corte de muchos programas de investigación, que estaban a la vanguardia en distintos campos del conocimiento mundial. Las recurrentes crisis financieras y el corte de los fondos dedicados al complejo industrial-militar (que recibía buena parte del gasto del país en ciencia y tecnología) conllevaron la pérdida de numerosas instalaciones de investigación, así como de un gran número de recursos humanos que tuvieron que cambiar de sector o bien emigrar.

La transición hacia una economía de mercado no trajo aparejados grandes cambios en cuanto a la relación entre la inversión financiada por el sector público o privado: el gobierno sigue siendo el gran promotor de las inversiones, ocupando el sector privado un lugar marginal. El sistema de ciencia, tecnología e innovación ruso no escapa a las características generales del país ya mencionadas y que lo colocan en el tipo “centralización estratégica potente” (cuadrante 1). El gobierno cuenta con una gran capacidad de planificación de la economía, incluyendo sectores estratégicos como la defensa y la energía nuclear, y sus esfuerzos en I+D son fuertemente canalizados en ese sentido.

En ese sentido, aún hoy queda muy poco espacio para el desarrollo de mercados innovadores y tecnológicamente dinámicos. Una de las principales limitantes para el desarrollo de la I+D en el sector privado está dada por la burocratización de la gestión de las políticas, así como por las fuertes rigideces institucionales, propias de un país potentemente centralizado. Quedan así pocas oportunidades al sector privado para utilizar la I+D como una fuente de creación de riqueza.

Siguiendo esta lógica de planificación desde el gobierno de los esfuerzos en ciencia y tecnología, separados de las dinámicas del sector privado y del mercado, las políticas de I+D y de innovación se implementan en ministerios separados. Por un lado, el Ministerio de Educación y Ciencia y, por el otro, el Ministerio de Desarrollo Económico. El anclaje de la toma de decisiones en el primero de los ministerios está dado por una muy fuerte tradición en ciencia básica de las principales universidades e instituciones de investigación rusas y la formación de recursos humanos, aunque en la última década se han promovido iniciativas para acercar la ciencia al sector productivo, pero con resultados magros.

Como resultado obvio de la larga tradición de desarrollo científico soviético, gran parte de las capacidades están centradas aún en las academias de ciencias. Una dificultad reiteradamente señalada recae en que el grueso de las actividades de I+D son llevadas adelante por estas instituciones, que están dedicadas, en su gran mayoría, a realizar investigación básica. En general, el grueso del financiamiento

del país está volcado en ciencia básica de más largo plazo, en lugar de dedicarse a programas de investigación aplicada, que tienen mayores probabilidades de impactar en las necesidades económicas y sociales.

Por su parte, el Ministerio de Desarrollo Económico, entre otros aspectos de gestión de la economía, es responsable de las políticas de innovación. El país está llevando adelante una estrategia de modernización de sus políticas en esta materia, siguiendo el modelo de los países la OCDE, fijando una estrategia de largo plazo para su desarrollar sus sistema nacional de innovación. Los principales objetivos son desarrollar los recursos humanos, estimular las actividades de innovación en el sector privado y crear un clima que promueva la innovación en el sector público, así como dinamizar la I+D y promover la cooperación internacional en actividades científicas y tecnológicas.

Sin embargo, de acuerdo a los estándares de la OECD, los niveles de inversión del sector privado ruso en innovación son bajos. Para 2008 se calculaba que tan solo un 10% de las firmas del país había introducido una innovación a lo largo del último año; a la par, el nivel de ventas de esos productos innovadores sobre el total de ventas de cada firma, se estimó en un 5%. Se trata de otra evidencia de que uno de los principales legados del período soviético está dado por la fuerte separación que existe entre las esferas de la I+D y de la producción. Esta separación, y el hecho de que las empresas inviertan tan poco en I+D, genera que las firmas no tengan el conocimiento necesario para demandar I+D en forma eficiente, ni para tener una buena capacidad de absorción de tecnologías innovadoras.

Las reformas que se intentaron llevar adelante en el sistema ruso de ciencia, tecnología e innovación, muestran que las principales debilidades sistémicas, heredadas de la URSS, aún no fueron solventadas. Aún en áreas sensibles y estratégicas, el sistema muestra que la I+D del país ha dejado de estar en la frontera tecnológica en la mayoría de los campos. Sólo en sectores que ya tenían una fuerte tradición industrial se ha logrado una buena implicación de la ciencia con la producción: en industria nuclear, con corporaciones como Rosatom; o en defensa, con corporaciones como UAC (*United Aircraft Corporation*). En estos casos se han mantenido capacidades muy importantes, principalmente debido a la capacidad estratégica del gobierno y de su rol planificador en el país.

Uno de los mecanismos utilizados para ello fue el poder de compra en el estado, que ha servido para direccionar muy fuertemente las investigaciones y la producción. Este es otro de los elementos característicos del sistema de ciencia, tecnología e innovación ruso que lo colocan en el tipo “centralización estratégica potente” (cuadrante 1). Un ejemplo claro se puede observar en el desarrollo de la industria del sector de la defensa.

La capacidad de centralización del gobierno en las áreas que define como estratégicas es muy sustancial: a pesar de la caída que se observó a comienzos de los 90 (con la disolución soviética), el nivel de gasto en el rubro continúa siendo

muy significativo. Si bien hasta los 90 superaba el 50% del total de las inversiones estatales en I+D, para 2012 el gasto de I+D en defensa llegaba al 18% del total. En la actualidad, Rusia invierte entre 4500 y 4700 millones de dólares en I+D para la defensa, lo cual es una fracción del presupuesto de defensa del país, que llega a los 30.000 millones de dólares anuales.

c) INDIA

En materia de ciencia y tecnología, como en muchos otros aspectos, India tiene una ventaja competitiva en su gran base de recursos humanos. Esta característica es central en el diseño de su sistema de ciencia, tecnología e innovación y las políticas implementadas.

La formulación y administración de todas las políticas, leyes y regulaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología en India la realiza el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Dentro de la entidad, las actividades de coordinación y promoción de ciencia y tecnología son llevadas adelante por el Departamento de Ciencia y Tecnología (DST, por sus siglas en inglés), que fue fundado en 1971.

En 1986 se creó el Consejo Científico Consultivo para el Primer Ministro (SAC-PM, por sus siglas en inglés). El objetivo de dicha institución fue crear un plan de objetivos y metas, así como informes sobre tecnologías emergentes y su posibilidad de aplicación en el país. En 1997, el gobierno constituyó el Comité del Gabinete Científico y Tecnológico. El SAC-PM está constituido por miembros de los departamentos científicos del gobierno de la India, laboratorios nacionales, instituciones académicas y personas de renombre, incluso provenientes de organizaciones de voluntarios. El comité tiene como misión aconsejar al gobierno sobre las medidas necesarias a implementar para mejorar el nivel científico y tecnológico del país.

En 2010 se creó el Consejo Nacional de Innovación (NInC, por sus siglas en inglés), que tiene por objetivo discutir, analizar y ayudar a implementar estrategias de innovación inclusiva en India, así como formular la “Hoja de Ruta para la Innovación 2010-2020”. El NInC busca crear un sistema transversal que generará políticas, recomendaciones y metodologías para impulsar el desempeño del país en el ámbito de la innovación. A su vez, promueve el establecimiento de consejos de innovación estatales en cada estado indio, a fines de que se replique a nivel estatal lo que el NInC está llevando adelante a nivel nacional. Los consejos serían los encargados de promover la agenda de innovación dentro de cada estado, y de articular los talentos locales, los recursos y las capacidades para crear oportunidades nuevas. El modelo indio de implementación de Consejos busca que un número importante de actores forme parte del proceso de diseño de las políticas en ciencia, tecnología e innovación.

La política científica y tecnológica de la India apunta a dar cuenta de dos cuestiones fundamentales: la promoción de soluciones tecnológicas específicas de adopción horizontal que combatan problemas sociales (como la escasez de agua,

la productividad agrícola, el manejo de los residuos urbanos) y el fortalecimiento del gobierno como promotor de la inversión en áreas tecnológicas emergentes que son consideradas críticas para lograr el avance económico, para que esas capacidades puedan ofrecerse luego a las empresas locales.

Sin embargo, existe una la falta de desarrollo adecuado de la infraestructura de investigación en áreas estratégicas, lo cual actúa como un factor limitante al desarrollo de la I+D. También se cuenta con un grave problema de obsolescencia en muchos laboratorios e instituciones académicas, motivado por el rápido nivel de cambio del equipamiento necesario para llevar adelante investigaciones.

Esto es consistente con la ubicación del país en el tipo “competencia en mercados subordinados” (cuadrante 4), con un gobierno que no es completamente capaz de centralizar recursos en áreas estratégicas sino que descansa en el mercado para orientar definir prioridades. Al mismo tiempo, en este tipo las empresas no son demandantes de tecnología de punta sino que se concentran en generar productos de bajo costo en mercados subordinados. La gran población india ofrece por un lado una gran cantidad de mano de obra barata (incluso muchas veces en condiciones cercanas a la esclavitud) y a la vez un mercado interno enorme pero con un muy bajo poder adquisitivo.

Esta baja demanda de conocimiento por parte de las empresas se expresa, por ejemplo, en que cerca del 75% de la inversión en I+D del país es financiada directa o indirectamente por el gobierno. El gobierno ha lanzado diversas iniciativas para implicar al sector productivo en el financiamiento a la I+D, a través de mecanismos conjuntos de provisión de fondos, y de cooperación público-privada. Estos incentivos no han dado todos los frutos esperados, debido a que el grueso de las empresas participantes en estas iniciativas, solo lo han hecho para beneficiarse de las exenciones impositivas asociadas a tales mecanismos.

Sin embargo, algunas áreas específicas han logrado aprovechar el bajo costo de la mano de obra para posicionarse en mercados internacionales intensivos en conocimiento. El caso paradigmático en la India es el de la industria informática, que es muy intensiva en conocimiento y en mano de obra, y requiere I+D de manera continua. De todas maneras, su rol en el mercado internacional es subordinado y se detectan problemáticas como por ejemplo que el grueso de la facturación del sector se realiza en filiales de empresas extranjeras y el porcentaje de patentes locales del sector es escaso. Para que el país se convierta en una potencia del rubro, debe fortalecer el sector de *hardware* y *software* en forma conjunta, así como poner más énfasis en la I+D y en los derechos de propiedad intelectual en el área.

Por fuera de estas áreas de inserción internacional (software y en menor medida automotriz y metalúrgica), el modelo de política científica, tecnológica y de innovación que adoptó el país promueve la generación de crecimiento inclusivo y de la utilización de innovaciones de bajo costo. Estas innovaciones son accesibles

a las empresas indias y dan como resultado productos que pueden ser adquiridos por una población de ingresos muy bajos.

Esta política ha dado lugar al concepto de innovación frugal, que se basa en tres pilares: la externalización, las economías de escala y los nuevos modelos de negocios. En el primer caso, se busca ajustar la estructura de costos, de manera tal que todos los procesos no esenciales se puedan tercerizar, con las garantías necesarias y a muy bajo costo. En el segundo caso, se trata de aprovechar las grandes dimensiones del mercado para crear bienes y servicios en muy gran escala, como forma de ajustar los costos. En el tercer caso, se busca encontrar vías innovadoras de hacer llegar los productos a los competidores, encontrando fórmulas nuevas de comercialización como la suscripción, el pago por uso, entre otras.

d) CHINA

El caso de China se destaca por su centralización y el férreo control del gobierno, incluyendo al sistema de ciencia, tecnología e innovación como un elemento más en el esfuerzo por desarrollar una industria que vaya más allá de la aplicación de tecnologías maduras y el aprovechamiento sus ventajas en términos de mano de obra disponible y salarios competitivos. La implementación de los programas de ciencia y tecnología se organiza a través de planes quinquenales: instrumentos de políticas públicas que orientan y definen el conjunto de acciones del país en diversas áreas con vistas al cumplimiento de objetivos específicos. Esta centralización en el gobierno y su capacidad para definir objetivos estratégicos y organizar recursos para su consecución convierte al país en un caso paradigmático del tipo “centralización estratégica potente” (cuadrante 1).

China se ha destacado por movilizar, en una escala sin precedentes y en tiempo récord, recursos destinados a ciencia y tecnología. La inversión china en I+D se duplicó en el período 2005-2010, como resultado de un importante esfuerzo por cumplir con las metas fijadas en el Plan de Desarrollo de Mediano y Largo Plazo para la Ciencia y la Tecnología 2006-2020. Allí se plantea el objetivo de lograr una economía basada en la innovación para el año 2020 y para tal fin se planea llevar la inversión en I+D al 2,5% del PBI. El Plan de Desarrollo pone énfasis en la inversión en tecnologías clave para industrias estratégicas y emergentes (manufacturas, agricultura, TIC), para intentar reducir la presión de demanda en energía, recursos y el medio ambiente; así como proveer los insumos que requiere una población que se encuentra en un proceso de envejecimiento (industria farmacéutica y equipamiento médico).

El sistema de I+D en China se desarrolla articulando las políticas de ciencia y tecnología con el área de educación. Ambos sectores trabajan coordinados y bajo sus definiciones de políticas se incluyen a los otros actores del sistema. El Ministerio de Ciencia y Tecnología es el órgano estatal que define las políticas de I+D y administra el presupuesto gubernamental, articulando con los objetivos nacionales que define el Consejo de Estado en cada plan quinquenal. El Ministerio

de Educación, aparece como otro de los órganos centrales para la I+D, fundamentalmente en la dirección del Centro universitario de Desarrollo Tecnológico, que coordina y aplica las políticas para las empresas afiliadas a las universidades y financia los centros de investigación y laboratorios de las principales universidades que desarrollan I+D.

Otro actor importante es la Academia China de Ciencias. Se trata de un sistema gubernamental de institutos de investigación que desde su creación en 1949 fue el organismo líder para la investigación en defensa, armas nucleares, satélites. Es también un organismo consultor sobre políticas y planes de desarrollo nacional en ciencia y tecnología.

En la actualidad, dentro de los objetivos planificados desde el gobierno central, el sistema de ciencia, tecnología e innovación chino está fuertemente direccionado por la instalación de empresas capitalistas que han creado sectores intensivos en conocimiento. Estas empresas se han insertado en cadenas globales de valor, lo cual ha aumentado la dependencia del país en tecnologías extranjeras críticas. Es por ese motivo que se está implementando una fuerte política para fomentar la "innovación autóctona", es decir la posibilidad de innovar tecnológicamente en las empresas pero bajando el nivel de dependencia de tecnologías importadas. Mientras China resalta el rol central que tiene esta política, las compañías extranjeras critican esa concepción por parecer un movimiento que aleja a China de una economía abierta.

Siendo un caso del tipo de "centralización estratégica potente" (cuadrante 1), la política china de ciencia, tecnología e innovación descansa en la definición del gobierno de los objetivos estratégicos y de los parámetros clave. Para el gobierno chino, fortalecer las capacidades de innovación local es la clave para una transformación sustentable y sostenible de su economía, más allá del modelo orientado a la exportación: "la fábrica del mundo".

e) SUDÁFRICA

El análisis de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Sudáfrica está muy asociada a la trayectoria histórica de este país en la segunda mitad del siglo pasado. La política de desarrollo tecnológico autónomo impulsada por el régimen segregacionista, reforzada por las políticas de bloqueo internacional, estuvo marcadamente volcada a la industria militar, la energía y el procesamiento de minerales. La democracia multirracial instaurada en 1994 heredó capacidades tecnológicas destacadas en el área de petroquímica, energía nuclear y defensa. La asignación de nuevas prioridades sociales bajo un gobierno democrático supusieron una abrupta disminución del financiamiento para la I+D en defensa, lo que afectó las capacidades en este campo.

En los primeros años del gobierno democrático, la política de ciencia, tecnología e innovación recaía en el Departamento de Arte, Cultura, Ciencia y Tecnología (DACST, según sus siglas en inglés), que elaboró en 1996 un libro blanco sobre la

“Política Científica y Tecnológica: Preparación para el siglo XXI”. En él se proponían varios cambios en la estructura de gobernanza e instrumentos para apoyar el crecimiento de la capacidad científica, incluyendo el desarrollo de los Recursos Humanos, un problema clave en ese país. La “Estrategia Nacional de Investigación y Desarrollo” fue creada como marco de implementación de las políticas del libro blanco. Como una de las consecuencias de esta propuesta, a partir de 2002 se creó el Departamento de Ciencia y Tecnología (DST) como un órgano de gobierno más especializado. Asimismo, el Departamento de Comercio e Industria (DTI) tiene un rol muy importante en la promoción de la innovación. También en 2002 desarrolló la “Estrategia de Manufactura Integrada”, que influyó directamente en el desarrollo del sistema de innovación.

En una evaluación del desempeño del SNI sudafricano y de las políticas de CTI realizada en 2007, la OCDE consideró que se ha obtenido cierto progreso, aunque modesto, a la vez que señalaba que el rendimiento de la innovación sudafricana ha declinado en relación a la producción. Dicho reporte resalta la escasez de personal calificado como el mayor problema para el rendimiento del SNI, ya que impacta en todas las esferas económicas, incluyendo la capacidad de las políticas para establecer prioridades y orientar el desarrollo del sistema. Además, se señala que pese a que Sudáfrica ha diseñado buenas políticas, su implementación sigue siendo un desafío.

En respuesta al informe de la OCDE, el DST formuló el “Plan de Innovación de Diez Años” que prevé el establecimiento de resultados específicos como objetivos, como mecanismo para el tránsito hacia una economía más basada en el conocimiento. El plan reitera la orientación sectorial a partir del establecimiento de cinco grandes áreas de focalización de las políticas de ciencia, tecnología e innovación: biotecnología, ciencia del espacio-astronomía, energía, cambio climático, y dinámicas humanas y sociales.

A partir de la implementación de este plan se creó la Agencia de Innovación Tecnológica (TIA), que consolidó varios instrumentos de financiamiento orientados a la innovación y a las empresas. El objetivo de la creación de la nueva Agencia fue cerrar la brecha entre la investigación básica y las demandas del mercado a través de un incremento en el financiamiento, el estímulo al aumento en las inversiones (inversión extranjera directa y capital de riesgo), la formación de Recursos Humanos para la innovación, y la provisión de una plataforma para soporte en temas de propiedad intelectual.

En la actualidad, el sistema de ciencia, tecnología e innovación sudafricano muestra una relativamente alta participación de las empresas en la ejecución y financiamiento de la I+D, que consecuentemente al analizar el gasto por tipo de investigación se encuentra más volcada hacia el desarrollo tecnológico. Sudáfrica se presenta hoy como un país en transición, con un sector privado con una considerable y creciente participación en la inversión en I+D si se lo compara con otros países en desarrollo.

Los rasgos del sistema de ciencia, tecnología e innovación sudafricano y sus principales políticas aquí resumidas son consistentes con la inclusión de este país en el tipo "competencia en mercados subordinados" (cuadrante 4). Se trata de una economía que, si bien está basada en gran medida en la explotación de recursos naturales, está realizando un esfuerzo por modernizar su producción promoviendo la innovación. En ese sentido cuenta con empresas más dinámicas que otros países en desarrollo, pero que están aún lejos de alcanzar los mercados más avanzados en tecnología. El gobierno no aparece con una gran capacidad de fijar áreas estratégicas, aunque en los últimos cinco años sus políticas tienen algunos lineamientos en ese sentido.

f) MÉXICO

En el caso de México el sistema de ciencia, tecnología e innovación tiene como principal actor al gobierno. Los agentes más relevantes del sistema son organismos e instituciones gubernamentales, centros e institutos públicos de investigación, instituciones de educación superior, empresas, instituciones intermedias e instituciones de financiamiento. En la definición e implementación de políticas, los principales organismos son el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) y la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CNCTI).

El organismo responsable máximo de la dirección del sistema de ciencia, tecnología e innovación a nivel federal es el CONACYT, que participa en la distribución de una parte importante de los fondos federales asignados a la promoción de este campo. Algunas iniciativas, como el Programa para la Formación de Científicos y Tecnólogos (programa de becas para estudios de posgrado), el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y el programa para apoyar proyectos en ciencia y tecnología son algunos de los que han estado directamente bajo la administración del CONACYT.

Como un mecanismo para facilitar la participación de otros sectores en la formulación de políticas, el FCCyT es una organización civil independiente encargada de analizar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. Fue creado en 2002, bajo el marco regulatorio establecido por la nueva Ley de Ciencia y Tecnología. Tiene por objetivo asesorar al presidente de la república y al director general del CONACYT. También asesora las comisiones de ciencia y tecnología que se han formado tanto en el senado como en la cámara de diputados. El FCCyT está constituido por una mesa directiva formada por 21 representantes de la investigación, la tecnología y el sector empresarial, y se apoya en un equipo interdisciplinario de profesionales con amplia experiencia en los temas de ciencia, tecnología e innovación.

Siendo México un estado federado, y existiendo varios estados con capacidades importantes en ciencia, tecnología e innovación, la CNCTI es una de las instancias que contribuyen a la gobernabilidad del sistema. Está conformada por el CONACYT y los representantes de los gobiernos estatales en materia de ciencia,

tecnología e innovación. Esta representatividad recae en los directores generales de los consejos y organismos estatales de ciencia en cada entidad federativa. La CNCTI tiene por objetivos la coordinación, comunicación y vinculación permanente entre sus miembros, promover acciones para apoyar las actividades relacionadas con el desarrollo basado en ciencia, tecnología e innovación y participar en la definición de políticas y programas.

Los lineamientos de política en México se caracterizan por su enfoque horizontal de fomento a la I+D y a la innovación. Los esfuerzos para definir sectores prioritarios se han expresado en diversas políticas, pero no se ha logrado definir políticas selectivas que apoyen sectores específicos. De esta manera, sus políticas de ciencia y tecnología son propias de países ubicados en el tipo "centralización limitada, por bolsones" (cuadrante 3).

En términos generales, México tiene un nivel bajo de inversión en ciencia, tecnología e innovación en comparación con otros países en desarrollo. Estudios de la OCDE destacan también deficiencias en las condiciones para la innovación, especialmente en lo que respecta a la falta de un entorno de competencia en algunos sectores claves, como el de las telecomunicaciones.

Sin embargo, el país cuenta con activos considerables para dar lugar a un desarrollo más centrado en el conocimiento, como por ejemplo el acceso a mercados grandes y sofisticados, una masa crítica de empresas competentes, polos de excelencia en educación superior e investigación científica y un acervo considerable de técnicos e ingenieros altamente calificados. Sin embargo, estas capacidades no dejan de ser bolsones que no consiguen articularse a lo largo de todo el sistema.

En el marco de su pertenencia a la OCDE, México ha realizado esfuerzos principalmente para mejorar su desempeño en innovación. De esta manera intentaría fortalecer empresas dinámicas en el mercado y desplazarse hacia al tipo "competencia en mercados subordinados" (cuadrante 4). Sin embargo, las evaluaciones realizadas hasta el momento arrojan resultados débiles. Un documento del FCCyT destaca las problemáticas relacionadas con una infraestructura limitada y desarticulada, insuficiencia de financiamiento, lazos débiles para la vinculación y un marco jurídico poco propicio a la innovación en las empresas.

g) TURQUÍA

En materia de ciencia, tecnología e innovación, Turquía sostiene un enfoque "ecosistémico" centrado en el sector empresarial como actor clave para el funcionamiento del sistema nacional de innovación implementado. En ese sentido, en el sistema interactúan multiplicidad de organismos públicos y otros actores, en distintos niveles de incidencia. Estos agentes se desenvuelven en el marco de lo que se denomina *Turkish Research Area* (TARAL). Según el enfoque adoptado, la definición de prioridades en ciencia y tecnología se realiza a partir de la

participación amplia de actores, con una metodología que combina estrategias cualitativas y cuantitativas, grupos focales e iniciativas *bottom-up*. El sistema en su totalidad está orientado a la innovación productiva centrada en el sector empresarial.

De parte del gobierno, los principales órganos responsables de la gestión del sistema de ciencia, tecnología e innovación son el Consejo Supremo de Ciencia y Tecnología (SCST), el Consejo de Investigación Científica y Tecnológica de Turquía (TÜBİTAK) y el Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología. El SCST es el órgano de más alto rango en ciencia, tecnología e innovación. Está presidido por el Primer Ministro y tiene poder de decisión sobre las políticas nacionales en el campo. Cuenta con un consejo permanente compuesto por varios ministros y secretarios y en el que el TÜBITAK actúa como Secretaría. El SCST se creó con el fin de diseñar, coordinar y realizar seguimiento de las políticas en las áreas de ciencia y tecnología, de acuerdo con los objetivos nacionales de desarrollo económico y social.

El TÜBİTAK es el organismo encargado de la gestión, el financiamiento y la promoción de la investigación. Es una institución autónoma y se rige por un consejo científico cuyos miembros son destacados académicos de las universidades, la industria y las instituciones de investigación. Es responsable de promover, desarrollar, organizar, dirigir y coordinar la I+D en línea con los objetivos y prioridades nacionales. El TÜBİTAK no sólo apoya la innovación y la I+D académica e industrial, sino que también, en consonancia con las prioridades nacionales de I+D, desarrolla políticas científicas y tecnológicas, gestiona centros de I+D y conduce la realización de estudios de investigación, tecnología y desarrollo.

El Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología es la denominación que desde 2011 tiene el que fuera el Ministerio de Industria y Comercio. La principal injerencia de este ministerio es en la promoción de la I+D en el sector industrial y empresario. Si bien el eje de la política de innovación está en el estímulo a la innovación en las empresas, los datos registrados por la OECD muestran que en 2012 el gasto de las empresas en I+D fue mucho más bajo que la media de los países OECD. El gasto de las empresas en I+D se ha ido concentrando en servicios de conocimientos a expensas de la producción de altas tecnologías. Estas políticas y organización del sistema de ciencia, tecnología e innovación son coherentes con un país que trata de afianzarse en el tipo 4 “competencia en mercados subordinados” (cuadrante 4). También enmarcado en el esfuerzo de Turquía por ingresar a la Unión Europea se registran esfuerzos tendientes a consolidar el sector empresarial y darle mayor competitividad, aunque al igual que en el caso de Sudáfrica no ha sido posible aún facilitar la creación de empresas demandantes de tecnología de frontera en las áreas más dinámicas.

3. Un marco para el análisis de instrumentos

La tipología de países emergentes ofrece elementos para explicar diferencias en las orientaciones de las políticas de educación superior y en las de ciencia, tecnología e innovación. Las diferencias atañen a los objetivos de las políticas y a sus enfoques o conceptos básicos, así como también a la organización de sus sistemas institucionales.

Los instrumentos en general remiten a una fase más propia de la técnica de gestión en materia de política científica y tecnológica, pero en alguna medida llevan también incorporado el contexto en el que han sido definidos y aplicados.

En el marco del presente informe, el sentido que tiene la adopción de este tipo de análisis en el informe es ubicar adecuadamente a Argentina en el conjunto de estos países a fin de poder analizar las políticas de ciencia y tecnología siguiendo ese prisma.

3.1 Instrumentos en América Latina

En América Latina, resulta importante analizar las modalidades en las cuales se implementan las políticas en ciencia, tecnología e innovación, dado que las trayectorias económicas de los distintos países presentan, como rasgo central, una fuerte tendencia a lograr períodos de fuerte crecimiento, seguidos de estancamiento o retroceso, lo cual tiene grandes implicancias en el desarrollo de las políticas. En América Latina, desde mitad del siglo XX, se han creado e implementado diversos programas para lograr el desarrollo social y económico, enfocado en la generación de una matriz productiva basada en recursos humanos calificados así como en la puesta en marcha de nuevos productos y servicios de alto valor agregado. La ciencia y tecnología aparece, en este contexto, como medio y como fin para alcanzar el desarrollo social. De aquí la importancia que tiene, para los diversos países de la región, la institucionalización de las actividades de ciencia y tecnología, que se manifiesta en la generación de políticas públicas, con su consiguiente instrumentación en proyectos, líneas y programas.

En este capítulo se buscará realizar una descripción de los principales lineamientos en políticas en CTI para un grupo de países seleccionados. El criterio de selección de estos países fue establecido por el nivel de desarrollo institucional, marco normativo, y por las instituciones públicas dedicadas a la investigación, de asistencia técnica, de transferencia de conocimiento y vinculación científico-tecnológica con los que estos cuentan, así como por sus instrumentos de política que sustentan cada sistema científico tecnológico. Estos países son Brasil, Chile, Colombia y México, considerando sus características similares y divergentes con Argentina.

A continuación se presentarán algunos ejemplos de instrumentos de política que implementa cada país de acuerdo a cinco objetivos: generación de conocimiento científico básico y aplicado; generación de productos y servicios de alto valor agregado; formación de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación; desarrollo de áreas tecnológicas estratégicas para el país; y generación de redes de articulación del sistema.

a) Lineamientos de política en Brasil

Las políticas de innovación se conciben como estrategias concentradas en apoyar la modernización de la infraestructura en el sector de la ciencia y la tecnología en el país y en promover asociaciones entre las instituciones y empresas científicas y tecnológicas. El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación formó su estrategia con base en tres pilares principales: los incentivos para el desarrollo tecnológico y la innovación de las empresas, los incentivos para la creación de nueva infraestructura tecnológica y los incentivos para las empresas tecnológicas recién establecidas o *startups* (Koeller y Gordon, 2013 en Cassiolato et al, 2013).

Estas políticas generaron un entendimiento de nuevos esquemas de financiamiento con los fondos sectoriales reconstruyendo la capacidad de financiamiento del gobierno federal y de los gobiernos estatales en actividades científicas y tecnológicas.

En la actualidad, se mantienen lineamientos de políticas establecidas durante la década del 2000 y cabe señalar algunas de estas y sus objetivos.

- La Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior (PICTE): planteó reducir las restricciones externas del país y equiparar el desarrollo de las tareas clave que permitan generar capacidades en Brasil para aumentar su competitividad en el escenario internacional. Sus acciones se estructuraron en función de tres ejes: (a) Líneas de acción horizontales (i) innovación y desarrollo tecnológico, (ii) inserción internacional, (iii) modernización industrial (iv) capacidad de producción a escala; (b) Opciones estratégicas: (i) Semiconductores, (ii) Software, (iii) bienes de capital, (iv) productos farmacéuticos y medicamentos; (c) Actividades con perspectivas de futuro: (i) Biotecnología, (ii) nanotecnología, (iii) Biomasa / energías renovables (Koeller y Gordon, 2013).

- La Política de Desarrollo de la Producción (PDP) buscó ampliar las capacidades de suministro; mantener la solidez de la balanza de pagos; mejorar la capacidad de innovación; y fortalecer las micro y pequeñas empresas (PYME). La política propuso cuatro macro- objetivos: (i) Expansión de inversión fija, (ii) Aumento del gasto privado de I+D, (iii) Expansión de las exportaciones y (iv) Estímulo a las Pymes.

Para lograr esto, el gobierno definió 25 sectores prioritarios divididos en tres áreas principales: programas para avanzar en áreas estratégicas; programas para el

fortalecimiento de la competitividad; programas para consolidar y reforzar el liderazgo. Para cada una de estos, los mecanismos de política disponibles han sido identificados, y se clasifican de acuerdo a cuatro tipos:

I. **Mecanismos de incentivo:** crédito y financiación, capital riesgo e incentivos fiscales.
II. **Poder adquisitivo gubernamental:** compras por parte del gobierno y de las empresas estatales.
III. **Mecanismos de regulación:** técnica en salud pública, económica, y la regulación de la competencia.
IV. **Apoyo técnico:** certificación y metrología, promoción del comercio, gestión de la propiedad intelectual, empresarial y capacitación de recursos humanos, coordinación gubernamental y enlace con el sector privado

Se ha dado mayor representatividad a las políticas industriales en interrelación con las políticas científicas, tecnológicas y de innovación. Con el establecimiento de la Ley de los Bienes y la Ley de Innovación, se establecieron mecanismos para el financiamiento de las actividades de innovación, mediante ayudas económicas para la industria y la reducción de intereses por préstamos de instituciones públicas, así como la reestructuración de los incentivos fiscales para la I+D e innovación.

La Política de Desarrollo de la Producción se basa en una visión sistémica en la que se generan interacciones en áreas de la estructura de producción e interdependiente de otros ministerios y agencias del sistema gubernamental. Por esto, se llevaron a cabo relaciones con diversos programas y políticas como con el Programa de Crecimiento Acelerado en Ciencia, Tecnología e Innovación (PAC de Ciencia) de 2007, generada con el objetivo de superar los “cuellos de botella” de la infraestructura; el Plan de Acción para la Ciencia, Tecnología e Innovación (PACTI) y otros planes de diversos ministerios.

Actualmente se le ha dado mayor relevancia a la política social y la lucha contra la desigualdad por tanto, la dimensión social de la innovación se ha ido incorporando gradualmente a la agenda de la política de ciencia, tecnología e innovación de Brasil.

No obstante, diversas son las críticas que han tenido estas políticas, tanto en la formulación como en la ejecución. Sobre todo, se hace énfasis en la forma en que los instrumentos de política son aplicados y la falta de coordinación que existe entre estos. Los mecanismos creados para promover la innovación en las empresas todavía tiende a apoyar actividades de I+D, dejando de lado otras actividades de innovación. Los instrumentos se crean sin considerar la heterogeneidad de la estructura productiva y la heterogeneidad de actores y relaciones entre estos que son fundamentales para lograr la innovación, por ende, puede decirse que las políticas están descontextualizadas y siguen dándose en consideración a contextos y enfoques externos (Cassiolato et al, 2014).

La ENCTI es un documento de definición de planes y metas para el desarrollo científico y tecnológico nacional que presenta los programas prioritarios, los desafíos y las fuentes de recursos de las estrategias a llevar en el periodo de 2012 a 2015. Estos lineamientos dan continuidad y profundizan planes y programas en materia de ciencia y tecnología llevados a cabo desde mitad de siglo en el país ratificando el papel clave que cumple la innovación para el desarrollo sustentable del país. Establece también las directrices para consolidar un sistema nacional científico, tecnológico y de innovación (SNCTI) capaz de conjugar esfuerzos en todos los ámbitos -federal, estatal, municipal, público y privado- y promover el perfeccionamiento del marco legal y la integración de diferentes instrumentos de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación disponibles en el País. Propone además estrategias y líneas de actuación para expandir y fortalecer la infraestructura de investigación y desarrollo, mediante recursos destinados al apoyo y expansión del posgrado y al fortalecimiento de los institutos de investigación científica y tecnológica y la creación y ampliación de laboratorios, entre otros. (ENCTI, 2011)

Los desafíos que se plantea la ENCTI son: reducción del desfase científico y tecnológico que todavía separa a Brasil de las naciones más desarrolladas; expansión y consolidación del liderazgo brasileño en la economía del conocimiento de la naturaleza; ampliación de las bases para la sustentabilidad ambiental y el desarrollo de una economía de bajo carbono; consolidación de un nuevo patrón de inserción internacional de Brasil; superación de la pobreza y reducción de las desigualdades sociales y regionales. De otro lado, los ejes de sustento de la ENCTI son la promoción de la innovación en las empresas; un nuevo patrón de financiamiento público para el desarrollo científico y tecnológico; fortalecimiento de la investigación y de la estructura científica y tecnológica; formación y capacitación de recursos humanos.

Los programas prioritarios que plantea la estrategia son: TIC- Tecnologías de la información y comunicación; Fármacos y Complejo industrial de Salud; Petróleo y Gas; Complejo industrial de Defensa; Aeroespacial; Nuclear; Fronteras para la innovación: Biotecnología, Nanotecnología; Fomenta de la Economía Verde: Energía renovable, Biodiversidad, Cambio climático, Océanos y zonas costeras; ciencia, tecnología e innovación para el Desarrollo Social: Popularización de la ciencia, tecnología e innovación y mejora de la enseñanza de las ciencias, Inclusión productiva y social y Tecnologías para ciudades sustentables.

La estimación de recursos tenidas en cuenta por la Estrategia concierne a actividades de ciencia, tecnología e innovación llevadas a cabo con recursos federales, empresas estatales y federales y fundaciones estatales de apoyo a la investigación (FAP), en el ámbito de los ejes de soporte y los programas prioritarios y complementarios.

Asimismo, se apunta al fortalecimiento de la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), acompañado de un aumento expresivo de los recursos de crédito por

medio de aportes de recursos del BNDES, logrando la consolidación del Sistema Brasileño de Tecnología (SIBRATEC), imprescindible para la prestación de servicios y la extensión tecnológicos y la creación de la Empresa Brasileña de Investigación e Innovación Industrial (EMBRAPI- siglas en portugués), en asociación con la Confederación Nacional de la Industria (CNI), que traerá nuevas institucionalidades y agilidad en la interacción con las empresas.

Se espera también mejorar la gobernanza de la ENCTI, buscando el aumento de eficiencia y de integración entre las políticas, instrumentos y agencias, e implementando sistemas más eficaces y continuos de acompañamiento y evaluación de los resultados e impactos de las acciones de la ciencia, tecnología e innovación en Brasil.

La importancia conferida a la política de ciencia, tecnología e innovación en el proceso de desarrollo sustentable del país, implica reconocer que los impactos de la ciencia y la tecnología son transversales a la actividad económica, la conservación de los recursos naturales y al propósito final de elevar los estándares de vida de la población brasileña a partir de la creciente incorporación de nuevas tecnologías en el proceso productivo y de apropiación de beneficios generados (ENCTI, 2011).

b) Lineamientos de política en México

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

El Gobierno mexicano presenta el documento que contiene los objetivos, metas, estrategias y prioridades que regirán la actuación de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. En este Plan, la ciencia y la tecnología aparecen articulados a una de las cinco metas nacionales, *México con Educación de Calidad.* Con esta meta se pretende incentivar una mayor y más efectiva inversión en ciencia, tecnología e innovación que apoye al desarrollo del capital humano del país, y la capacidad para generar productos y servicios con alto valor agregado. A su vez, este Plan plantea que el bienestar social debe lograrse a

partir del desarrollo científico y tecnológico que sea capaz de conducir al país a elevar su productividad y competitividad.

Considerando la meta de *México con Educación de Calidad,* queda definido el objetivo 3.5, que indica “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación, pilares para el progreso económico y social sostenible” mediante las siguientes estrategias:

- Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1 por ciento del PIB.
- Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.
- Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.
- Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
- Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país (CONACYT, 2013).

A partir de estas estrategias y de las tres estrategias transversales - Democratización de la Productividad, Gobierno Cercano y Moderno, y Perspectiva de Género- se postulan las líneas de acción de la política pública del sector. El desarrollo sostenible según este Programa de política, se lograría con la inversión en I+D, en la formación de capacidades nacionales, regionales y locales de capital humano e infraestructura, así como el fortalecimiento institucional del ámbito local con el objetivo de conseguir desarrollo regional equilibrado. Se plantea la necesidad de aprovechar el conocimiento creado a través de la vinculación de los diversos actores, cuestión que ha sido una fuerte debilidad en la sociedad mexicana. Con el PECiTI se busca avanzar hacia la articulación de una gran variedad de actores que intervienen de manera directa o indirecta en las múltiples dimensiones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), lo cual representa uno de sus mayores retos, pues le exige una enorme transversalidad, flexibilidad y una visión sistémica para aprovechar y fortalecer los vínculos existentes y contribuir a la creación de otros. También, se tiene como propósito lograr que la sociedad mexicana se apropie del conocimiento científico y tecnológico y lo utilice para ser más innovadora y productiva. Para ello se requiere un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación mucho más robusto y preparado para ayudar a México a enfrentar sus realidades más urgentes.

Los lineamientos de política en México se caracterizan por su enfoque horizontal de fomento a la I+D y a la innovación. Los esfuerzos para definir sectores prioritarios en ciencia, tecnología e innovación, se han expresado en diversas política, pero con ninguno de estos se ha logrado definir políticas selectivas que apoyen ciertos sectores específicos. En el PECiTI 2014-2018 aparecen los

siguientes temas prioritarios: Ambiente, Conocimiento del Universo, Desarrollo Sustentable, Desarrollo Tecnológico, Energía, Salud y Sociedad.

Las políticas verticales se han definido a partir de 14 sectores estratégicos, entre estos: el sector químico-farmacéutico, equipo mecánico, automotriz y autopartes, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), maquinaria y equipo, servicios empresariales, minería, aeronáutico, eléctrico-electrónico, industrias creativas, software y tecnología 3D, plásticos, agroindustria y servicios, material y equipo médico. No obstante, sólo para algunos de estos sectores hay programas de apoyo, especialmente para el sector Aeroespacial, el Sector de TIC y Software (PROSOFT) y el Programa de apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta tecnología (Dutrénit, 2015).

c) Lineamientos de política en Colombia

Colombia cuenta con una política de ciencia, tecnología e innovación coordinada por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-Colciencias de acuerdo a los lineamientos planteados por el Plan Nacional de Desarrollo y el Consejo Nacional de Política Económica y Social- CONPES.

En los últimos años el estado colombiano ha realizado esfuerzos de índole institucional y normativa que ha dado importancia al desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación. Dentro de estos esfuerzos se encuentra la creación y puesta en marcha de la Ley 1286 de Ciencia y Tecnología, de 2009, con la cual se fortaleció el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) y se le dio el carácter de Departamento Administrativo a Colciencias. Con la expedición del Acto Legislativo 5 de 2011, se facilitó su acceso a recursos a través de la creación del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, que destina el 10% de las regalías nacionales para la ciencia, tecnología e innovación. El Gobierno fortaleció herramientas para la innovación tales como la Unidad de Desarrollo e Innovación en Bancóldex e Innpulsa y ha venido generando un ambiente de apoyo a los emprendedores y empresarios mediantes ventanillas para participar en proyectos de innovación.

En el último Plan Nacional de Desarrollo Colombiano 2014-2018, la Ciencia, Tecnología e Innovación aparecen como mecanismos que contribuyen en el desarrollo de iniciativas productivas para reducir las brechas de la población. De esta manera, se busca “potenciar la contribución de la ciencia, tecnología e innovación en el desarrollo de iniciativas empresariales que contribuyan a reducir las brechas de la población, no solo mediante el aumento de los ingresos sino también de la provisión de productos y servicios que mejoren el bienestar de las personas”.

Para lograr que la política de Ciencia, Tecnología e Innovación contribuya con estos propósitos, este Plan establece la necesidad de llevar a cabo “arreglos” institucionales, estratégicos y programáticos que apunten a la acción colectiva diversas entidades gubernamentales que tienen a su cargo el diseño e

implementación de las políticas de desarrollo social y de Ciencia, Tecnología e Innovación. Los Programas nacionales de ciencia y tecnología de acuerdo a la Ley 1286 son los siguientes:

- Programas nacionales de ciencia, tecnología e innovación
- Programa nacional de ciencias, tecnologías e innovación en áreas sociales y humanas
- Programa nacional de ciencia, tecnología e innovación del mar y de los recursos hidrobiológicos
- Programa nacional de ciencia, tecnología e innovación en ambiente, biodiversidad y hábitat
- Programa nacional de biotecnología
- Programa nacional de ciencia, tecnología e innovación en salud
- Programa nacional de ciencia, tecnología e innovación en educación
- Programa nacional de desarrollo tecnológico e innovación industrial
- Programa nacional de ciencia, tecnología e innovación agropecuarias
- Programa nacional de investigaciones en energía y minería
- Programa nacional de electrónica, telecomunicaciones e informática
- Programa nacional de formación de investigadores
- Programa de ciencia, tecnología e innovación en seguridad y defensa.

d) Lineamientos de política en Argentina

Los actuales lineamientos de política de ciencia, tecnología e innovación de Argentina, retratados en el Plan Argentina Innovadora 2020, dan cuenta de la concepción que tiene el país sobre el papel de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con respecto a los objetivos de desarrollo social y productivo. Se establece que el conocimiento es una herramienta para mejorar la productividad y bienestar social; por tanto, desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva- MINCYT y las demás instituciones del Sistema Científico y Tecnológico, se han llevado a cabo acciones que contribuyan a la generalización de la idea de “innovación inclusiva” en diversos sectores productivos y sociales, con el propósito de construir una sociedad en la que el conocimiento motorice las actividades productivas y sociales.

En este escenario, se llevaron a cabo algunos cambios institucionales que impactaron la forma de gestionar la política pública de ciencia, tecnología e innovación, evidenciado en cambios estructurales que llevaron a la generación de estamentos propicios para el fomento de la política en ciencia y tecnología. Entre estos nuevos estamentos se encuentra Secretaría de Articulación Científica-Tecnológica (SACT), encargada de articular mecanismos de interacción entre los organismos del Sistema CTI que repercutan en la producción de conocimientos científicos y tecnológicos que puedan ser apropiados por la sociedad, generando mejores condiciones laborales de los recursos humanos calificados y generando vocaciones en ciencia y tecnología. La secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SEPP), dedicada a la formulación de políticas, planificación y uso del conocimiento y la tecnología enfocadas en la atención de problemáticas sectoriales y sociales, y en la generación de espacios que promuevan la interacción entre las actividades de investigación e innovación y la generación de asociaciones entre los agentes, enfatizando en la asociatividad público-privada y territorial para mejorar la competitividad y desarrollo social.

Dentro de las estrategias del Plan, se encuentran el Desarrollo Institucional y la Focalización. Esta última, se presenta como un mecanismo por el cual se direccionan esfuerzos hacia la producción de impactos significativos en sectores sociales y productivos del país por medio del apoyo de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Se propone dar marcha a un ambiente político, legal y de percepción pública propicio para la interacción de los diversos actores que participan en la construcción del Sistema Científico y Tecnológico y que repercuten en la generación de la innovación social y productiva.

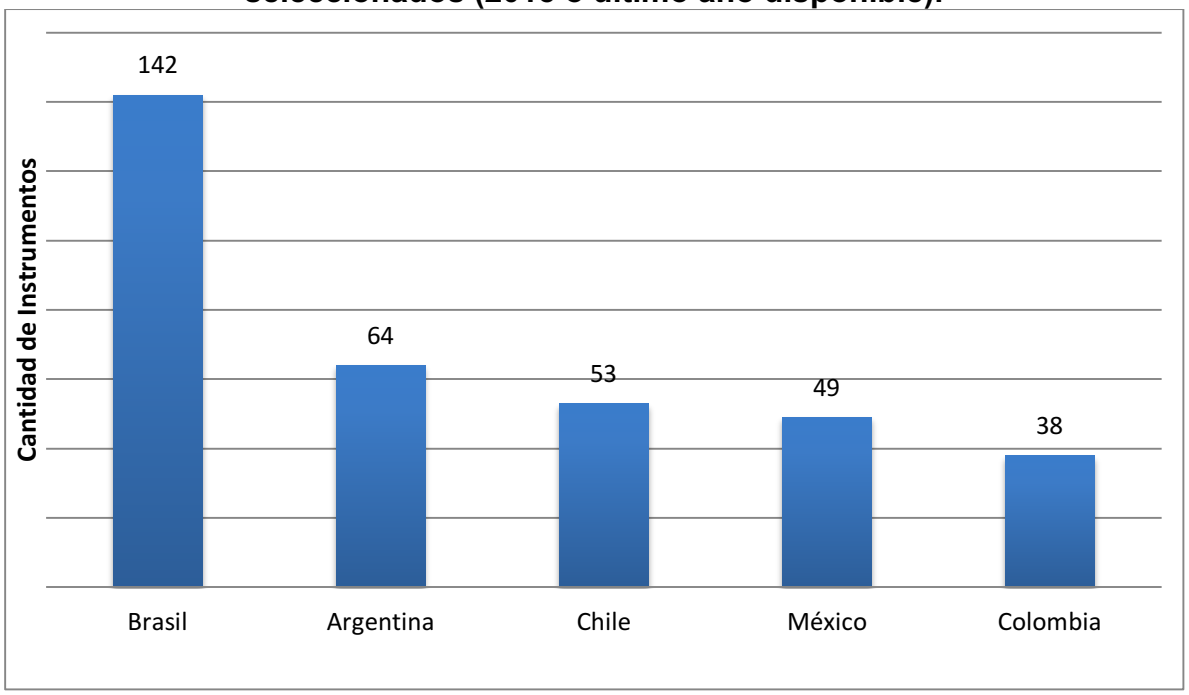
A partir de esta estrategia, se permitió seleccionar un conjunto de áreas de prioridad para el país, dentro de las cuales se encuentra la Agroindustria, Ambiente y Desarrollo Sustentable, Desarrollo Social, Energía, Industria y Salud. Con respecto al “Desarrollo Social”, se establece que las condiciones de vida de la población y el desarrollo inclusivo tendrán un fuerte aporte por parte de la ciencia y tecnología. “El concepto de innovación inclusiva estructura las acciones tendientes a orientar la creación y uso del conocimiento científico, la producción tecnológica y la innovación dirigidos al desarrollo social”.

3.2 Instrumentos de política científica y tecnológica

A la hora de analizar el estado de la instrumentación de las políticas en ciencia, tecnología e innovación en América Latina, resulta necesario recurrir a bases de datos que contengan información sistematizada sobre la variedad de instrumentos aplicados en la región. Para el siguiente estudio, se recurrió a la base de datos de Políticas CTI, un emprendimiento desarrollado del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la OEI, que recopila datos sobre los principales instrumentos de política de los países latinoamericanos y de España y Portugal. Tomando como referencia esta información, en relación a los países

seleccionados, el gráfico 23 presenta el total de instrumentos de política para cada uno de los cinco países.

Gráfico 23. Número total de instrumentos de política en países seleccionados (2015 o último año disponible).

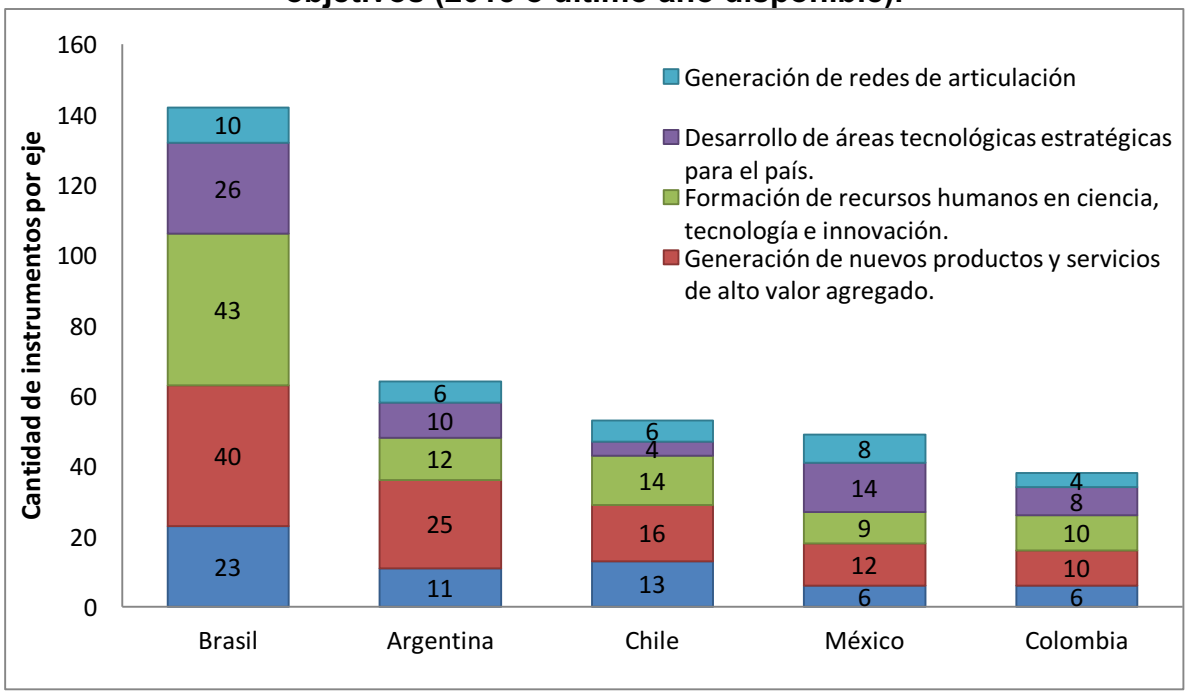


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Plataforma de Políticas CTI.

Actualmente, Argentina, Brasil, Chile, México y Colombia presentan un conjunto de 346 instrumentos de política científica, tecnológica y de innovación en total, clasificados de acuerdo a cinco criterios: generación de conocimiento científico básico y aplicado; generación de productos y servicios de alto valor agregado; formación de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación; desarrollo de áreas tecnológicas estratégicas para el país; y generación de redes de articulación del sistema.

Para cada uno de estos ejes, se ha hecho un recuento de instrumentos para intentar comprender, de manera descriptiva, el panorama de cada uno de estos países y de todos estos como un conjunto. Así, para cada país, el recuento se presenta en el siguiente gráfico:

Gráfico 24. Instrumentos de política en países seleccionados de acuerdo a objetivos (2015 o último año disponible).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Plataforma de Políticas CTI.

Como puede observarse los países presentan, en la mayoría de los casos, mayor cantidad de instrumentos en los ejes de generación de nuevos productos y servicios de alto valor agregado y en el de formación de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación. Por lo demás, podría identificarse que los esfuerzos por generar redes de articulación entre los diversos actores del sistema científico y tecnológico aún presenta serias dificultades. Ante esto, Brasil es el país que presenta la mayor cantidad de instrumentos de política en CTI en la selección de países de la región, lo cual puede asociarse a la composición de su sistema institucional, caracterizado por articular diversas instituciones de fomento y promoción de las actividades de I+D e innovación. Estas llevan adelante programas y proyectos con recursos propios o recursos públicos y privados, que les permite contar con una base financiera sólida para abordar diversos temas de interés científico- tecnológico, así como las áreas estratégicas y prioritarias para el país.

Por su parte, países como Argentina y México, cuyas trayectorias con respecto a la política científica han sido significativas en la región, presentan en menor medida instrumentos de política. Esto puede deberse a cierta falta de articulación en las instituciones de CTI; al volumen de los recursos invertidos y a la manera en la que estos se distribuyen a programas y proyectos de forma general. Cabe resaltar el caso de Chile, que después de Argentina es el país que presenta, en la actualidad, más instrumentos de política científica y tecnológica en la región. Esto puede interpretarse como el producto de importantes incentivos gubernamentales que tienden a fomentar la generación de capacidades, sobre todo enfocadas en la

innovación. Por su parte, Colombia hace parte de un grupo de países que poseen una institucionalidad en materia de política en CTI que se encuentra en construcción, viéndose afectada por cuestiones macroestructurales de cambios y retrocesos.

Para comprender el panorama que presentan los países seleccionados, se analizará la composición de cada uno de los ejes anteriormente descritos, estableciendo algunas de las tendencias más significativas que expone cada uno de los países. A continuación, se presentan las categorías que agrupan los principales instrumentos de política de acuerdo al destino de sus diversos programas, dando mayor énfasis a:

a) **Fondos de promoción:**
   - ✓ Investigación y desarrollo científico y tecnológico
   - ✓ Infraestructura y equipamiento
   - ✓ Innovación
   - ✓ Incentivos fiscales a la I+D y la innovación
   - ✓ Capital de riesgo, capital semilla y otros instrumentos de apoyo a la I+D y la innovación.
   - ✓ Mecanismos de promoción de la transferencia de conocimiento y tecnología al sector productivo.

b) **Formación de recursos humanos en CTI**

c) **Desarrollo de áreas estratégicas**

d) **Generación de redes**

a) Fondos de promoción a las actividades de I+D

En la categoría fondos de promoción se encuentran tres grandes mecanismos de fomento: los destinados a la investigación y desarrollo tecnológico, a la competitividad de las empresas y a la transferencia de conocimiento y tecnología al sector productivo.

Los fondos dirigidos a la investigación y desarrollo científico y tecnológico se encuentran destinados a diversos actores del sistema, entre estos universidades, centros e institutos de investigación, empresas públicas y privadas y otros organismos. Con estos fondos se busca generar conocimiento, fortalecer capacidades estratégicas y áreas prioritarias de los países, crear o mejorar infraestructuras y adquirir equipamiento para actividades científicas o tecnológicas.

Los países de la región se pueden agrupar en dos categorías: los que tienen definidas sus áreas estratégicas de intervención y financiamiento, y los que cuentan con fondos de carácter más horizontal. En el primer grupo, podemos ubicar a Brasil, Argentina y Colombia. Los fondos dedicados a la I+D y al desarrollo tecnológico, en este caso, están fuertemente orientados a algunas

áreas prioritarias como nanotecnología, biotecnología, TIC; así como a las distintas áreas específicas identificadas por cada país.

En este caso, una de las políticas más importantes que lleva adelante Colombia para promover el desarrollo tecnológico es el programa de Colciencias: “Proyectos de investigación básica y aplicada en el sector agropecuario”. Este instrumento busca apoyar la investigación básica y aplicada para aumentar la productividad, la competitividad y el fortalecimiento de las capacidades científicas nacionales de las cadenas del sector agropecuario, a través de la generación de conocimiento científico aplicado.

En el segundo grupo, podemos ubicar a México y Chile. En su caso, el grueso del financiamiento está orientado a financiar proyectos de investigación en distintas áreas de ciencia básica y aplicada.

Por ejemplo, uno de los principales instrumentos que implementa México es el Programa para el Desarrollo Científico y Tecnológico (PRODECYT) que tiene por objetivo apoyar, incentivar y potenciar las acciones y proyectos de alto impacto en investigación, desarrollo e implementación orientados a incrementar y mejorar el acervo de las capacidades y habilidades científicas y tecnológicas, que fortalezcan el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Entre sus objetivos específicos se cuentan:

- Promover la integración y el fortalecimiento de clústeres y cadenas productivas locales en sectores económicos estratégicos, así como su relación con las instituciones de educación superior, centros de investigación y gobierno.
- Contribuir a la integración, desarrollo y convergencia de los sistemas locales y regionales de ciencia, tecnología e investigación.
- Favorecer las actividades directamente vinculadas al desarrollo de acciones y técnicas científicas y/o tecnológicas de alto impacto a nivel nacional.
- Propiciar las actividades productivas tecnológicas o de innovación que resulten en nuevos productos, procesos o servicios.
- Apoyar el registro de los derechos de propiedad intelectual de los proyectos específicos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.
- Promover la difusión nacional y facilitar el intercambio internacional de nuevos desarrollos científicos y tecnológicos.
- Fomentar la formación e inclusión de recursos humanos altamente especializados para el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas, en sectores estratégicos.
- Propiciar la integración o ampliación de redes de innovación o alianzas estratégicas entre empresas y asociaciones empresariales, gobiernos en todos sus niveles e instituciones de educación superior y centros de investigación.

- Ampliar, mejorar y/o fortalecer la infraestructura de los Centros Públicos de Investigación que les permita realizar actividades de investigación o desarrollo tecnológico.
- Fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento de los Centros Públicos de Investigación.
- Desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas en las regiones y entidades federativas.
- Impulso a las actividades científicas y tecnológicas de alto impacto nacional.
- Fortalecimiento del capital humano e intelectual de alta especialización.

En cuanto a los fondos de infraestructura y equipamiento, los únicos países de la región que tienen fondos establecidos son Argentina, Brasil, Chile y México. El enfoque dado por los países a esta categoría está basado en el apoyo al fortalecimiento de la infraestructura de investigación de manera endógena; esto quiere decir, que se otorgan recursos para la adquisición de máquinas y todo tipo de equipamiento necesario financiando la mejora edilicia de los centros de investigación, y la construcción de nuevas instalaciones. Del mismo modo se apoya la creación de capacidades específicamente relacionadas a servicios tecnológicos.

En este marco, una iniciativa interesante es la desarrollada por Chile, con el "**Programa Iniciativa Científica del Milenio**", que se propone la creación de nuevos centros de investigación de excelencia, así como la renovación de aquellos que se encuentran actualmente en ejecución. Resulta interesante esta experiencia, ya que es uno de los pocos instrumentos de la región creados ad-hoc para fomentar el establecimiento de Centros de Excelencia, en una variedad de campos científicos. Este programa, en la actualidad, alberga 30 centros de investigación, 5 institutos y 25 grupos de investigación; con un presupuesto anual de 16 millones de dólares para la investigación científica de alto nivel. Los científicos, o grupos de investigación, deben atravesar instancias de evaluación muy rigurosas y, una vez elegidos, son dotados de recursos abundantes, y ciertas condiciones de trabajo flexibles y autónomas, a fines de que cuenten con las mejores condiciones para llevar adelante sus trabajos.

En relación a los fondos para promover la innovación y la competitividad en las empresas, vuelve a presentarse la tendencia de los países en presentar dos enfoques de lineamientos y gestión, uno de corte horizontal y otro de corte vertical.

Los países que presentan, en mayor medida, un enfoque vertical, con mayor peso en sectores específicos son Argentina y Brasil. En este caso, ambos países cuentan con un set de instrumentos dedicados no sólo a la promoción de áreas transversales a distintos sectores, sino también a fondos dedicados a áreas más específicas.

De otro lado, Chile, Colombia y México presentan un enfoque de fomento a la competitividad y a la innovación de las empresas con un enfoque más generalizado y menos específico, que comprende de proyectos de inversión y desarrollo tecnológico para todas las áreas de acción. No especifican en áreas prioritarias, sino que centran su atención a diversos programas de estímulo y fomento de corte horizontal.

Otro aspecto a considerar son los fondos que promueven el financiamiento a las empresas a través de capital de riesgo, capital semilla, entre otros instrumentos dedicados a aumentar el porcentaje que dedican las empresas a realizar I+D. Sin embargo, puede observarse que este tipo de apoyos a la inversión no está del todo desarrollado en estos países; a excepción de Argentina, Brasil y Chile, que presentan algunos instrumentos de este tipo. Resulta remarcable el desarrollo de instrumentos específicos en Brasil enfocados en áreas estratégicas, como salud humana e industria farmacéutica.

En este sentido llaman la atención algunos programas dirigidos al fomento y apoyo de emprendedores y nuevas empresas. Por ejemplo México cuenta con el “Fondo Emprendedores CONACYT-NAFIN/Avance”, destinado a ofrecer inversiones complementarias a las inversiones ya realizadas por los inversionistas estratégicos en empresas ya establecidas, que crean nuevas líneas de negocios a partir de desarrollos científicos y tecnológicos. Así mismo, ofrece asesorías legales, financieras y tecnológicas a empresas recientemente creadas y que necesitan posicionarse en el mercado y competir.

Chile cuenta con un programa de vasta trayectoria, denominado: “CORFO-Incentivo tributario a la inversión privada en investigación y desarrollo”. Este instrumento propone promover la inversión en I+D en instituciones chilenas, permitiendo rebajar -vía impuesto- hasta un 35% de los recursos destinados a actividades de I+D realizadas ya sea por sus propias capacidades o con el apoyo de terceros, así como las contratadas a un centro especializado que se encuentre inscrito en el registro de CORFO.

También es interesante el caso chileno, en particular con su experiencia en el programa “Redes de inversionistas ángeles”, el cual presenta un enfoque innovador para la región con respecto al financiamiento y la inversión para creación de empresas innovadoras. Éste está orientado a apoyar la organización, formación y operación de estas redes, con miras a aumentar las inversiones en firmas innovadoras de alto potencial de crecimiento. También busca aumentar las posibilidades de inversión de inversionistas no institucionales, y proveer alternativas de financiación a emprendedores. De acuerdo con diversos especialistas, este tipo de iniciativas generan toda una serie de interrogantes, que deben ser tenidos en cuenta a la hora de evaluar la performance de estos programas. En primer lugar, existe una falta de sistematización de los resultados e impactos del funcionamiento de estas redes de inversionistas; en segundo lugar, resulta difícil determinar si los resultados modestos que se alcanzaron a la fecha se corresponden con una falta de capacidad en los emprendedores, o al perfil de

los inversores, que terminan siempre priorizando programas que tienden ser conservadores y de poco riesgo.

Con respecto a los mecanismos de promoción de transferencia de conocimiento y tecnología al sector productivo, estos países presentan dos énfasis particulares. Uno de ellos abarca programas y proyectos de fomento a la creación de recursos humanos que potencien los vínculos entre las instituciones, sea esto a través de gerentes tecnológicos y a la formación de investigadores que realicen tareas de vinculación tecnológica. De otro lado, se encuentra el énfasis otorgado al financiamiento de programas directamente relacionados con las instituciones y las oficinas de vinculación tecnológica.

b) Formación de recursos humanos

La formación de recursos humanos en CTI está dotada de una dinámica muy similar a las anteriormente mencionada, programas de corte horizontal que abarcan todas las áreas de conocimiento, tanto a nivel de grado y posgrado (maestrías y doctorados) y formación docente y apoyo a la movilidad académica e investigativa en este sentido. Las modalidades de apoyo más frecuentes en los países son becas financiadas en su totalidad por los gobiernos nacionales, en algunos casos participan gobiernos estatales o regionales y empresas. De otro lado, se presentan programas de corte sectorial, enfocados en las áreas prioritarias y estratégicas de los países. Particularmente este modelo lo llevan adelante Brasil y Argentina de una manera más desarrollada, que destinan apoyo a la creación de capacidades en áreas tecnológicas prioritarias. Uno de los programas remarcables en este sentido, es el de Ciencia Sin Fronteras de Brasil, que se propone enviar al exterior a 101 mil becarios (de grado y posgrado), a fines de que una masa muy importante de sus recursos humanos en CTI pueda estar en contacto con instituciones de excelencia del extranjero. Sin embargo, la principal preocupación que despierta este programa, está relacionada con la posterior inserción laboral de dichos graduados en el sistema científico y tecnológico brasileño. De acuerdo a diversos especialistas, el sistema de CyT de Brasil, en particular su estructura productiva, no está capacitada para absorber a un número tan grande de especialistas con formación de doctorado.

Del mismo modo, Ciencia Sin Fronteras presenta la modalidad de cooperación con países e instituciones de enseñanza en todo el mundo, promoviendo la movilidad de estudiantes extranjeros, investigadores y científicos para ser incorporados en universidades y centros de enseñanza, instituciones de investigación, y otros organismos de Brasil en los cuales puedan desenvolverse y compartir experiencias y aprendizajes. Este programa brasileño contó con un presupuesto trienal de 2 mil millones de dólares para el período 2011-2014, y su implementación no ha estado exenta de polémicas: el país intentó fortalecer su sistema de posgrados y doctorados durante las últimas dos décadas, y esta enorme inversión para enviar los mejores estudiantes al exterior, claramente va en contra de dicha política de estado implementada, que buscaba fortalecer la formación dentro del país. También resulta cuestionable que el grueso del

financiamiento de Ciencia Sin Fronteras estuviera dedicado a programas de doctorado en el extranjero, considerando que la mayoría de los investigadores que se doctoraban no regresaban al país a su finalización lo cual agrava la problemática de la fuga de cerebros. Otra crítica, en la implementación del programa, está dada por el hecho de que la mayoría de las becas se otorgan en países de habla extranjera, y la mayor parte de los solicitantes son estudiantes que hablan lenguas extranjeras y provienen de clases medias y altas, que (en su mayoría) pueden acceder a realizar estudios en el extranjero sin contar para ello con ayudas estatales; así el programa vendría a realizar una suerte de discriminación hacia los estudiantes de clases medias bajas y bajas, que por la limitación del idioma no pueden siquiera presentarse.

En relación a programas destinados a la promoción de la vinculación internacional de investigadores y becarios, o la visita de investigadores extranjeros al país, resulta preciso remarcar que existen programas interesantes llevados adelante por Brasil y Chile específicamente.

Como se ha mencionado, en Brasil el programa “Ciencia sin Fronteras” es la iniciativa que actualmente se encarga de la movilidad e intercambio de estudiantes e investigadores brasileños en todo el mundo. Esto da cuenta de la importancia ofrecida a la cooperación científica y a los avances que también se esperan lograr con el fomento a la movilidad de recursos humanos al país. Así, dicho programa cuenta con las modalidades de "atracción de científicos a Brasil", "profesor visitante" y "jóvenes talentos" que concede beneficios a estudiantes e investigadores con niveles de excelencia internacionalmente reconocidos, dispuestos a permanecer en Brasil por lo menos un mes cada año, por un periodo de hasta tres años.

Se espera que los investigadores visitantes lleven a cabo investigaciones conjuntas con investigadores y científicos brasileños, transfiriendo conocimientos y capacidades tecnológicas en las 20 áreas seleccionadas como prioritarias para Brasil. Los principales socios de Brasil son Estados Unidos, Inglaterra, Francia y Alemania, y varios países de América Latina, en particular Argentina.

Según datos de “Ciencia sin Fronteras”, para el año 2013, se habían presentado en Brasil 623 proyectos en áreas prioritarias desarrollados en conjunto entre 32 investigadores brasileños y 591 investigadores visitantes extranjeros. La mayoría de iniciativas estuvieron enfocadas en las áreas de Ciencias Exactas y de la Tierra: Física, Matemáticas, Ingenierías y demás áreas tecnológicas; Biotecnología; y Ciencias de la Salud. Los investigadores según país de procedencia que mayor participación presentaron fueron de Estados Unidos (154), Francia (69), España (66), Portugal (44) e Italia (32). De América Latina se presentaron investigadores de Argentina (8), México (2), Chile (2).

Ya que este programa es reciente, creado en 2011, no es posible aún establecer el impacto que este ha tenido sobre el campo científico y tecnológico, más allá de publicaciones conjuntas entre investigadores nacionales y extranjeros. Se espera

que para fines de 2015 se cuente con una cantidad de 1300 investigadores visitantes de gran experiencia, que ayuden a fortalecer el marco técnico-científico de las instituciones brasileñas. Para esto es fundamental una infraestructura adecuada, que pueda responder a la inserción de estos investigadores así como al desarrollo de sus proyectos en laboratorios, centros de investigación, institutos de educación, entre otros.

Chile por su parte, presenta el "Programa Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado, PAI", creado en 2009, cuyo objetivo es fortalecer las capacidades académicas, científicas y tecnológicas de instituciones nacionales que desarrollan ciencia y tecnología, mediante la atracción de científicos de reconocido prestigio internacional a universidades nacionales en estadías donde se fortalecen redes de colaboración, así como a través del apoyo a la inserción laboral de nuevos investigadores formados en Chile y el extranjero, tanto en la academia como en el sector productivo nacional. El presupuesto para 2015 es de 8,2 millones de dólares, destinado a fortalecer las siguientes líneas de acción: Inserción de investigadores en el sector productivo; Inserción de investigadores en la academia; Atracción de científicos desde el extranjero.

A su vez, el programa cuenta con los siguientes instrumentos de apoyo:

- Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo.
- Tesis de Doctorado en la Industria.
- Inserción de Capital Humano Avanzado en la Academia.
- Atracción de Capital Humano Avanzado del Extranjero, Modalidad Estadías Cortas (MEC).

Según el CONICYT, en el 2014 se adjudicaron 39 propuestas de atracción, modalidad estadías cortas, que posibilitan colaboración de científicos de reconocido prestigio internacional con universidades regionales y se adjudicaron 28 nuevos proyectos orientados a fortalecer instituciones académicas y centros de investigación nacionales mediante la incorporación de investigadores que desarrollan nuevas líneas de investigación y fortalecen programas de posgrado.

Actualmente Chile cuenta con un total de 1.304 Doctores extranjeros, de los cuales: 553 son sudamericanos (42%); 444 son europeos (34%); 150 son centroamericanos (12%); 91 son norteamericanos (7%); y 66 son de otros destinos (5%). Los principales países de procedencia de los doctores extranjeros residiendo en Chile son: España (1.702; 15% del total); Estados Unidos (1.309; 11% del total); Francia (539; 5%); Alemania (515; 4%); Reino Unido (457; 4%). (Conicyt, 2014)

Del "Programa Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado, PI" puede observarse que cuenta con una estructura organizacional adecuada para lograr la inserción de investigadores y científicos en los diversos centros de enseñanza e investigación del país. Sin embargo, el programa no cuenta con una funcionalidad

adecuada para lograr el propósito de fortalecimiento de estas instituciones, ya que el énfasis dado a instituciones regionales desconoce las incapacidades de infraestructura, equipamiento y recursos de financiamiento que estas poseen lo cual impide llevar a cabo proyectos que cumplan con lo esperado por el programa. Existe una fuerte brecha de capacidades entre estas instituciones (académicas y del sector productivo) y las instituciones de la Región Metropolitana del país, las cuales sí cuentan con condiciones adecuadas para desarrollar proyectos de I+D. Así mismo, se espera que los recursos humanos atraídos al país fortalezcan proyectos y líneas de investigación de las instituciones mencionadas; no obstante, aún existe una falta de definición clara de las áreas prioritarias de desarrollo que incide en la adjudicación de proyectos a desarrollar (CONICYT; Dipres, 2013).

Con respecto a los programas de apoyo a posgrado, resaltan algunos de los programas llevados a cabo por Brasil, Chile y México en los cuales, se espera fortalecer planes y programas de estudio a nivel nacional y regional (estatal) en los cuales se apunte a la generación de conocimiento en áreas prioritarias de cada país. Por ejemplo, Chile cuenta con el programa “Proyectos de diplomados regionales en temas vinculados con ciencia, tecnología e innovación” desde el cual se apoya la realización de proyectos regionales y diplomados de especialización y extensión con miras a la formación de capital humano en áreas de CTI. Se pretende transferir a los estudiantes conceptos, metodologías, herramientas, conocimientos y competencias relevantes en esos ámbitos y su vinculación con los temas priorizados por las regiones. Los fondos con los que se financia este proyecto provienen del Fondo de Innovación para la Competitividad de cada una de las regiones en las que aplica la convocatoria.

Por su parte, México cuenta con el “Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) con el cual se apoya la mejora continua de los programas de posgrado que ofrecen las instituciones de educación superior del país. En particular, este instrumento puede ser concebido como un instrumento normativo y de control, desde el cual se evalúan logros y debilidades de los posgrados ofrecidos por universidades en todo el país y se apoya mediante becas a estudiantes y profesores con el propósito de seguir manteniendo calidad científica e investigativa.

Brasil presenta algunos programas de apoyo al posgrado, como el programa “Ds e Proap- Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP)” con el cual se busca financiar actividades de cursos de posgraduaciòn, proporcionando mejores condiciones para la formación de recursos humanos. Cabe la pena resaltar este último instrumento de acuerdo a la continuidad que ha presentando en las convocatorias desde el año 2003 hasta el año 2014, así como al énfasis dado al apoyo financiero de programas de posgrado (maestría y doctorado) de instituciones de educación superior, mediante becas y auxilios para todas las actividades requeridas por los estudiantes e investigadores de estas instituciones como participación en eventos científicos, congresos, seminarios y cursos, realización de tesis, entre otras. Este instrumento actúa para todas las

universidades federales del país, cuyos cursos de posgrado estén reconocidos por CAPES.

c) Desarrollo de áreas estratégicas

La implementación de los Fondos Sectoriales ha sido una de las principales políticas que han implementado los países de la región para dar cuenta de su inversión en CTI. Muchos de estos financiamientos han sido implementados como contrapartida de ciertos préstamos internacionales, que han fijado el marco normativo para su establecimiento.

Resulta particularmente interesante la experiencia llevada adelante por Brasil, en la cual varios de sus fondos sectoriales son financiados a través de tasas o impuestos a ciertos sectores económicos determinados. Uno de los más grandes, el CT - Petro, obtiene sus fondos de un porcentaje de las regalías que pagan las empresas petroleras para producir petróleo y gas. Esta masa de recursos luego se invierte en forma de subsidios, para estimular la innovación productiva en el sector petrolero y gasífero, mejorando la formación de recursos humanos, y financiando proyectos en conjunto entre empresas y universidades. Los fondos sectoriales tienen amplia difusión en la región, aunque sólo en el caso brasileño cuentan con fondos suficientes como para generar un impacto significativo en el entramado productivo del país.

Por ejemplo, en la Argentina uno de los principales instrumentos de fomento es un fondo sectorial dedicado a la industria del software llamado FONSOFT. Este instrumento tiene por objetivo cofinanciar proyectos de innovación tecnológica realizados por micro, pequeñas y medianas empresas a través de subvenciones que cubren un porcentaje del costo del proyecto, mientras que la empresa beneficiaria deberá aportar el porcentaje restante. Los objetivos del plan son:

- la mejora en la calidad de los procesos de creación, diseño, desarrollo y mantenimiento de software como un medio para aumentar la competitividad de la industria del software.
- la promoción del desarrollo de productos y procesos de software (excluyendo las actividades de autodesarrollo) y podrá financiar el proceso de su puesta en el mercado.
- la formulación completa de un producto o proceso original, y su posterior materialización en un prototipo.

d) Generación de redes

Esta categoría se encuentra dirigida a todos aquellos mecanismos articuladores del sistema nacional, científico, tecnológico y de innovación de los países. Por tanto, entran a jugar un rol fundamental aquellos instrumentos de apoyo y fomento, que busquen consolidar las interacciones entre los diversos actores del sistema, teniendo en cuentas sus proyectos y programas y la manera en la que de acuerdo a cada una de sus particularidades, generan redes de apoyo y vínculos. De esta manera, se encuentran instrumentos dedicados a la generación de redes en todo el sistema, instrumentos dedicados a la promoción de *clusters*, polos

tecnológicos e incubadoras de empresas e instrumentos dedicados a la popularización de la CTI. Predominan en esta categoría programas de apoyo para la generación de redes en ciencia y tecnología y son pocos los casos en los que particularmente se apunta a la formación de vínculos entre los actores para llevar a cabo actividades de innovación.

Uno de los programas a destacar es el llevado adelante por México denominado "Redes de Innovación", que tiene como finalidad promover la articulación entre instituciones de investigación y empresas que al utilizar su sinergia incrementen la competitividad del sector productivo que les compete. Dentro de los beneficios que ofrece este instrumento, se encuentra la formación de capacidades y su permanencia en el mediano y largo plazo buscando su autosustentabilidad; la formación de recursos humanos acorde a la demanda productiva así como el involucramiento de éstos en los procesos de producción, considerando el involucramiento de profesionistas con grado de maestría o doctorado; la vinculación directa entre el Sector Productivo, Centros los de Investigación e Instituciones de Educación Superior; y la generación de líneas tecnológicas de innovación que se desarrollarán y fortalecerán con la conformación dada a partir de esta iniciativa.

Por su parte, Brasil cuenta con el "Portal de Innovación" del MCTI. Este instrumento nace como resultado de los avances en materia de servicios de gobierno electrónico, que busca aproximar y facilitar la interacción entre los principales actores del sistema nacional de innovación. Ofrece diversas herramientas de conocimiento para la gestión de los procesos de innovación, demandas y ofertas tecnológicas en áreas de interés comercial o de especialización así como canales de comunicación entre la comunidad científica, tecnológica y de innovación. A su vez presenta de forma actualizada, los principales programas de fomento a la innovación dirigidos a las empresas y a la comunidad de CTI de grandes organismos como BNDES y FINEP.

También es posible conocer las diversas relaciones existentes en el sistema brasileño de innovación, entre las cuales se encuentran redes de colegas, de co-autores y de especialistas; redes de cooperación tecnológica de las universidades del país y redes de cooperación entre las empresas. Es un instrumento que vale la pena mencionar de acuerdo a su tarea de actualización de información sobre el fomento a la CTI y vinculación de actores del sistema.

3.4 Instrumentos seleccionados

En este apartado se describen un conjunto de instrumentos de política orientados a promover la ciencia, la tecnología y la innovación en los países que abarca este estudio. La selección realizada intenta recoger una variedad de estrategias que, independientemente del sentido concreto que adquieran en sus contextos de aplicación, pueden ofrecer claves para ser consideradas en nuestro país.

Como ya ha sido analizado, cada uno de los países tiene características estructurales peculiares que se pueden comprender a la luz de la definición de modelos o estilos de desarrollo. En términos generales, las medidas adoptadas localmente aparecen como resultado de políticas científicas, tecnológicas y de innovación de carácter amplio, que tienden a subsanar debilidades endógenas de los sistemas y motorizar áreas clave de desarrollo en pos del bienestar local y de la inserción global.

Según esas características y estilos se pueden encontrar instrumentos que impulsan la I+D y la innovación con recursos íntegramente estatales, otros mixtos y otros que apuntan a fomentar una mayor incidencia y consolidación de capitales privados. Los modos de gobernanza y los procesos de toma de decisiones adquieren, en este punto, un lugar determinante en la generación de capacidades y en la definición de los roles que asumen los distintos actores del sistema.

Así, a continuación, se describen los siguientes instrumentos seleccionados:

a) **Instrumentos para la innovación autóctona**
b) **Fondo para la innovación inclusiva: la "Innovación frugal"**
c) **Fomento para el emprendedorismo: fondos de capital de riesgo**
d) **Impulso para áreas estratégicas: fondos sectoriales**
e) **Promoción y regionalización de la ciencia: fundaciones de estímulo a la investigación**
f) **Conglomerado de empresas públicas de I+D**
g) **Instrumento para la formación de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación: Ciencia sin frontera**

Los instrumentos de promoción de la innovación autóctona apuntan a estimular la producción local de alta tecnología que permita sustituir importaciones, dinamizar la integración de actores, generar demanda efectiva de I+D y relocalizar recursos humanos especializados. Estas estrategias se observaron en las políticas implementadas en China de acuerdo a su plan general de desarrollo basado en el conocimiento.

La innovación como estrategia para la inclusión social por su parte pone en práctica mecanismos que permiten como en el caso de la India, resolver el acceso a bienes y servicios de base científica y tecnológica de sectores clave como la salud, la educación y la agricultura para una gran masa de población excluida. Al mismo tiempo, busca facilitar la constitución de microempresas orientadas a la innovación social que puedan absorber mano de obra que actualmente en ese país, permanece en la informalidad. No obstante, incentivar el emprendedorismo innovador conlleva muchas veces problemas asociados a las inversiones de capital en etapas iniciales. No es fácil para las nuevas empresas contar con mecanismos de financiamiento para solventar los primeros pasos. Una de las alternativas que se exploran en este apartado es la de los fondos de capital de riesgo y los modos en cómo se instrumentan en India y Brasil y, aunque por fuera

de los países considerados en esta investigación, se examina también el caso de Israel ya que representa un caso exitoso y paradigmático de aplicación del instrumento. A la luz de estos ejemplos, se analiza el comportamiento de estos fondos en nuestro país.

Otro instrumento clave para dinamizar áreas estratégicas es el de los Fondos Sectoriales. Se describe la aplicación de este mecanismo en Brasil destacando los logros obtenidos: una mayor articulación entre los actores y los sectores del sistema ciencia y tecnología. Lo interesante de este instrumento es detenerse en el origen de estos fondos, mientras en Brasil el origen de los recursos proviene de diferentes fuentes y sectores productivos locales, la aplicación de este instrumento en Argentina se llevó adelante con préstamos de organismos internacionales, lo que ha incidido en el establecimiento de prioridades.

También se describen las fundaciones de estímulo a la investigación y su particular desempeño en Brasil, en tanto instrumento que ha posibilitado la articulación exitosa entre distintos actores involucrados en los procesos regionales de producción científica y tecnológica.

Se analiza además la creación de una corporación estatal que agrupa empresas públicas dedicadas al desarrollo, fabricación y exportación de productos industriales de alta tecnología de uso civil y militar: *Rostec*, en Rusia. Esta corporación involucra a una gran cantidad de organizaciones, agrupadas en holdings que representan dos tercios de la industria de defensa del país, su fortaleza ha contribuido a ubicar a ese país como el segundo exportador mundial de armamentos.

Finalmente y en cuanto a la formación de recursos humanos se ha seleccionado el instrumento “Ciencia sin Frontera”. Su objetivo en Brasil es consolidar, expandir e internacionalizar la ciencia, tecnología e innovación por medio del intercambio y la movilidad internacional. Con todo, resulta interesante para nuestro país recuperar, de estas herramientas, aquellos lineamientos que posibiliten desarrollar y articular capacidades y recursos locales en ciencia y tecnología que conduzcan al desarrollo autónomo, en un terreno que aún conserva las huellas que las políticas de industrialización por sustitución de importaciones han dejado.

a) Innovación autóctona

La innovación autóctona es una política que se orienta a generar innovación en el campo de la investigación básica en las áreas estratégicas, integrar la tecnología existente para crear nuevos productos y sectores comerciales competitivos, así como asimilar, adaptar y mejorar las tecnologías importadas para crear nuevos derechos de propiedad intelectual a partir de dichas tecnologías. Para ello, propone desarrollar un sistema de innovación que logre transformar una economía basada en la producción de bajo costo (con industrias con tecnología baja a media) en una economía basada en el conocimiento (media y alta tecnología más servicios), a través de un conjunto de medidas:

- Apoyo a las pequeñas y medianas empresas
- Colaboración entre los círculos empresariales, universitarios y académicos
- Comercialización de los resultados de los trabajos de investigación y desarrollo realizados en institutos y universidades
- Promoción de servicios de intermediación tales como los servicios de información, los organismos de Propiedad Intelectual, los servicios de inversión y las incubadoras

En China, la política de innovación autóctona se definió con el objetivo de lograr el desarrollo nacional reduciendo la dependencia externa en tecnologías clave. Para lograr esta meta, se propone mejorar la estructura industrial del país para convertir a China, en una economía impulsada por la innovación y, en particular fomentar la creación de capacidades –científicas, tecnológicas, de conocimiento y propiedad intelectual-.

La innovación autóctona se orienta entonces, a los productos, tecnologías y marcas desarrolladas y pertenecientes a empresas nacionales y también a las medidas que las agencias del gobierno central han adoptado para promover a las entidades locales. Estas medidas incluyen catálogos de innovación autóctona y regulaciones para favorecer el "compre nacional". Asimismo, busca impulsar la innovación en el campo de la investigación básica en las áreas estratégicas definidas en el Programa 973: agricultura, energía, recursos y medio ambiente, información, población, salud, nuevos materiales. Esta política de innovación se ejecuta a través de múltiples instrumentos entre ellos, los que se desarrollan a continuación:

- Incentivos fiscales a la innovación empresarial,
- Creación de entidades de enlace y transferencia tecnológica
- Fondo para la innovación para pequeñas empresas de base tecnológica –InnoFund-.

Incentivos Fiscales a la innovación empresarial. Se trata de incentivos fiscales para emprendimientos en altas tecnologías y nuevas tecnologías, emplazados en áreas específicas tales como los Parques de Ciencia. Contemplan dos años de exención del impuesto sobre la renta para las empresas innovadoras.

- Se reglamentó la "Ley del Impuesto para las empresas" que ofrece una tasa preferencial del 15% por desarrollar y poseer propiedad intelectual, a empresas de alta tecnología consideradas por el gobierno de innovación autóctona.
- Se otorgó la posibilidad de deducir de la base imponible de las empresas el 150% de los gastos de I+D (hasta en 15 años posteriores).
- Se contempla la compensación de gastos en equipamiento de I+D y la adaptación del IVA para permitir las deducciones de los costes de capital.
- Se concede exención del pago de otros impuestos como, tasas de bienes raíces y tasas urbanas, por un período inicial para empresas tecnológicas seleccionadas e incubadoras en parques tecnológicos.
- Otros tratamientos preferenciales similares se conceden a compañías de capital riesgo, que invierten en pequeñas empresas tecnológicas.

El gobierno chino, hace también importantes concesiones a sus empresas exportadoras intensivas en tecnología como por ejemplo, mejoras de tipos de cambio, exención de derechos de aduana e impuestos indirectos.

Catálogos nacionales y adquisición de innovación autóctona. Otra de las medidas adoptadas para dar impulso a la innovación autóctona, es la creación de catálogos de productos manufacturados localmente y las regulaciones para la adquisición pública. Se destacan las siguientes acciones:

- Se definieron y reglamentaron a nivel nacional las preferencias para productos y proveedores de servicios nacionales y se instó a los gobiernos de todos los niveles a desarrollar planes específicos de adquisición de innovaciones locales como condición para mantener los fondos de adquisición.
- Se crearon catálogos nacionales de productos de innovación autóctona
- Se ajustaron los estándares de calificación de los proveedores del gobierno para favorecer a las empresas locales innovadoras.
- Se conformó un comité de expertos para evaluar los requisitos o las necesidades de las entidades gubernamentales para la compra de bienes importados. En caso de necesidad, se define favorecer a los proveedores extranjeros que proporcionen a la industria nacional transferencia de tecnología y servicios de formación.

Entidades de enlace, transferencia y regionalización. Para lograr que la vinculación de los diferentes actores vinculados a la innovación y estimular capacidades, se desarrollaron entidades de enlace y transferencia tecnológica. A través del Programa Antorcha, se crearon los Parques Científicos y Tecnológicos, los Centros Promotores de la Productividad y los Centros Nacionales de Transferencia de Tecnología. Se incrementaron así los organismos de intermediación que puedan vincular universidades, empresas y centros de investigación.

Parques Científicos y Tecnológicos (PCT). El principal objetivo es establecer entornos para la formación de clústeres de innovación a través del fomento de la industrialización de la producción científica, así como la incubación de empresas de alta tecnología. En los parques se integran incubadoras de empresas tecnológicas con el propósito de crear entornos favorables para cultivar pequeñas empresas de alta tecnología y explotar comercialmente los resultados de la I+D surgida en universidades, institutos de investigación o empresas.

Centros Promotores de la Productividad (CPP). Sirven como puente entre diversas entidades. Con el fin de apoyar y estimular a pequeñas y medianas empresas (PYME) innovadoras, los centros se integran con organizaciones intermedias y de consultoría. La gestión de los centros se realiza desde Ministerio de Ciencia y Tecnología junto con comisiones locales. Ofrecen a las PYME servicios de consultoría para la gestión tecnológica, la comercialización de resultados en ciencia y tecnología y servicios basados en tecnología.

Centros Nacionales de Transferencia de Tecnología. Se especializan en la gestión de la propiedad intelectual de las universidades así como en la comercialización de los productos de la investigación académica. Su misión es establecer conexiones con mercados tecnológicos, los PCT y los CPP, para difundir los resultados de la investigación académica y facilitar su comercialización actuando como intermediarios tecnológicos entre universidades e industria.

Mercados Tecnológicos. Otra forma de promover la interacción entre actores del sistema de innovación es a través de los Mercados Tecnológicos, en donde participan la mayoría de los resultados de la I+D financiada con fondos públicos. En el mercado tecnológico existen cuatro categorías de contratos: de desarrollo tecnológico, de transferencia de tecnología, de consultoría y de servicios tecnológicos. Estas entidades, no solo facilitan la circulación de información tecnológica sino que también contribuyen a orientar comercialmente a las universidades e institutos de investigación. Las empresas así acceden a nuevas tecnologías utilizando la I+D externa a menor costo y los productores de éstas tecnologías obtienen ingresos comercializando sus resultados de investigación.

Fondo para la Innovación para PYME tecnológicas (InnoFund). El Fondo de Innovación para pequeñas empresas de base tecnológica fue creado por el Consejo de Estado con el fin de incentivar la investigación y la innovación en el sector empresarial. En tanto programa gubernamental este fondo tiene por objeto contribuir al desarrollo de China, ayudando a aumentar el PBI y crear puestos de trabajo. De acuerdo con el sitio web oficial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, "el InnoFund está dirigido a disminuir los riesgos que producen las ‘fallas del mercado’ mediante el apoyo a proyectos innovadores y comercialmente atractivos, en sus primeras etapas de desarrollo". El objetivo final es facilitar el acceso al capital para la creación de empresas innovadoras a sectores que, de otro modo podrían carecer de los medios para su desarrollo. El fondo proviene del

Ministerio de Finanzas y es administrado por el Centro de desarrollo industrial de alta tecnología Antorcha, que pertenece al Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Durante la última década, el InnoFund ha invertido en sectores de alta tecnología, especialmente en empresas que operan en las áreas de electrónica y tecnologías de la información, biomedicina y productos farmacéuticos, nuevas energías y eficiencia energética, nuevos materiales, integración óptica-mecánica-electrónica, medio ambiente y recursos, servicio técnico y en la transformación de las industrias tradicionales con tecnologías avanzadas. En los últimos años, el Fondo de Innovación ha mejorado su apoyo a la eficiencia energética y a la reducción de emisiones relacionadas con la I + D.

El fondo está destinado a empresas pequeñas o medianas –que en China son aquellas con menos de 500 empleados- registradas en el país. Los proyectos prioritarios son los que involucran tecnología innovadora o propiedad intelectual independiente, con potencial de crecimiento significativo. El programa también apunta a apoyar empresas fundadas por investigadores o estudiantes formados en el exterior que desean regresar y transferir los conocimientos científicos adquiridos; proyectos desarrollados en cooperación con universidades e instituciones de investigación, y aquellos que utilizan nueva y alta tecnología para "revivir" las industrias tradicionales y crear puestos de trabajo.

Entre los requisitos para calificar para el fondo se advierte que se valoran especialmente las capacidades en I+D. Los solicitantes deben tener un gasto destinado a investigación y desarrollo de al menos el 5% de los ingresos anuales. Además, como mínimo, el 30% de los empleados de la empresa deben poseer un título de grado o superior.

Dependiendo del tipo de proyecto y en qué etapa de desarrollo se encuentra, se ofrece financiación en forma de subsidios, préstamos a bajo interés o inversión de capital. Subsidios: se otorgan principalmente como capital inicial para las pequeñas empresas fundadas por personal de investigación que ya han obtenido logros científicos reconocidos y que posean derechos de propiedad intelectual sobre sus "descubrimientos". También se financian proyectos de desarrollo de nuevos productos. La cantidad que se asigna a cada beneficiario no supera, en general, el millón de yuanes, con un máximo de 2 millones de RMB para proyectos clave.

Préstamos a bajo interés: Bajo este programa, el Banco estatal de Desarrollo concede préstamos a los bancos comerciales, que a su vez, ofrecen préstamos a las PYME de base tecnológica. El InnoFund opera como garantía. Los préstamos están destinados a ayudar a la ampliación de proyectos existentes. Los montos de los préstamos usuales rondan en un máximo de 1 millón de RMB. Algunos proyectos clave pueden recibir RMB 2.000.000.

Inversión de capital: Un número selecto de proyectos puede ser considerado para la inversión de capital. Generalmente las empresas elegibles poseen ventajas

tecnológicas o de mercado únicas. La inversión del fondo no superará el 20% del capital investido registrado. El fondo establece plazos claros para compensar estas inversiones de capital, de acuerdo a la legislación china.

Si bien el programa ya tiene casi 15 años de existencia, el financiamiento del sector bancario para las actividades de innovación está recién empezando, al igual que los capitales de riesgo, esenciales para estimular la innovación endógena. Los inversores aún consideran que los riesgos son muy altos y resultan escasos los capitales privados –especialmente iniciales- para el apoyo del emprendedorismo. Los inversores providenciales –*angel investment*- están creciendo pero todavía no lo suficiente (*STI Performance of China D9: Final Report*). La participación en el fondo significa formar parte del ecosistema nacional de negocios de alta tecnología que, además de este instrumento específico, comprende a los parques científicos y tecnológicos, las incubadoras de empresas y otras organizaciones creadas para promover la innovación y apoyar a las nuevas empresas.

Fortalezas y debilidades de los instrumentos

La política de innovación autóctona es instrumentada a partir de un modelo de gobernanza centralizado, motorizada por el estado y moldeada por el legado de la economía planificada. Con esta estrategia el país está cumpliendo con los objetivos planteados en las metas hacia el 2020. En las últimas décadas China se convirtió en un serio competidor global no sólo en términos de precios, sino además en tecnología y está logrando reducir la dependencia de altas tecnologías de compañías extranjeras. Si bien el país tiene una gran disparidad regional, la formación entornos favorables para la I+D innovadora ha potenciado la formación de empresas de base tecnológica y ha promovido la comercialización de los resultados de la investigación. Estos logros en conjunto con otros instrumentos orientados a la formación y relocalización de recursos humanos dinamizaron e integraron a los actores dentro de un sistema nacional de innovación que descansa en la definición del gobierno de los objetivos estratégicos y de los parámetros clave. Mientras de un lado se resalta el rol central que tiene la política pública en fomentar la innovación autóctona, las compañías extranjeras critican esa concepción en tanto denuncian que es discriminatoria de productos y servicios manufacturados en otros países y aleja a china de las reglas de una economía abierta (Ernst, 2010).

De todas maneras los efectos de estos instrumentos, recién comienzan a ser analizados. Sobre el programa Innofund por ejemplo, Furman, Li y Wang (2015) realizaron un primer estudio de evaluación donde destacan que, si se observan las empresas que cotizan en el Consejo de Crecimiento Empresarial de China –bolsa de valores-, 24 de las primeras 28 fueron acreedoras del InnoFund. A su vez, de acuerdo con los informes de autoevaluación del fondo, se crearon gracias a su implementación más de 450.000 puestos de trabajo durante sus primeros 10 años. Sin embargo, es preciso matizar estas evidencias. Resulta claro que, en el proceso de selección de empresas beneficiarias se eligen a aquellas que tienen más posibilidades de tener éxito, pero existen dudas sobre la

capacidad de filtrar en ese proceso a las empresas de baja calidad. Los autores citan un informe en donde se muestra que entre 1999 y 2008, el InnoFund financió a más de 1.295 empresas que fueron incapaces de completar los proyectos propuestos. A pesar de que las empresas de tecnología en fase inicial generalmente enfrentan altas tasas de riesgo, las entrevistas realizadas para ese informe sugieren que muchos de los proyectos son "proyectos zombie" creados por empresas fantasmas exclusivamente para obtener fondos estatales. Según estimaciones este tipo de “fraude” se llevó al menos ¥ 2 billones RMB de fondos estatales entre 1999 y 2012. Esta observación se une con otras que atribuyen al modelo de innovación autóctona y sus instrumentos otras de las debilidades relacionadas con el lugar subordinado del sector privado y el mercado en tanto actores de innovación y a las políticas imparciales y de dudosa transparencia de adquisición gubernamental. La innovación autóctona dentro de esta lógica es incompatible con la integración global. Con todo, el estudio de los autores mencionados obtiene algunas conclusiones interesantes que merecen ser mencionadas y puestas en consideración para futuras evaluaciones y testeos de fondos similares en otros países, a saber: las empresas financiadas tienen probabilidades de supervivencia más altas y además, mostraron ser más propensas a patentar.

Aplicabilidad en Argentina

En Argentina existen una variedad de instrumentos orientados a la innovación tecnológica con características similares a los descritos en este apartado, como por ejemplo el programa FONTAR y sus instrumentos y el FITS perteneciente al FONARSEC. Pero estos programas no aparecen integrados en un plan nacional de vinculación entre la investigación e innovación local para la sustitución de importaciones. La estrategia de la innovación autóctona en China, propone un modelo que en nuestra región no parece extraño pues en parte, reedita principios y medidas implementadas con las políticas de industrialización por sustitución de importaciones que en gran medida prevalecieron en la región hasta los primeros años de la década de 1970. A su vez, resulta interesante destacar la intención de articular las capacidades en I+D con el sistema de educación superior y el sector productivo. En el caso del INNOFUND por ejemplo se incorpora una cláusula de elegibilidad que expresa como requisito excluyente que las empresas solicitantes destinen el 5% de los ingresos anuales a investigación y desarrollo y que al menos el 30% de los empleados posean título universitario de grado o superior. Teniendo en cuenta la política de formación de doctores en nuestro país, este criterio resulta relevante. Esta pauta refuerza el perfil del fondo en tanto instrumento que, en conjunto con las demás herramientas, se enmarcan en la política de impulso a la innovación local incluyendo a las PYME de base tecnológica en etapas iniciales, especialmente constituidas con capacidades en I+D.

b) Innovación Frugal

India, como el segundo país más poblado del mundo y en el que más personas pobres viven, enfrenta enormes desafíos a la hora de resolver problemáticas relacionadas con la alimentación, vivienda, salud, provisión de energía y disposición de residuos de su población. En este contexto, hace mucho tiempo que las empresas locales han comenzado a considerar a las personas que se encuentran en la base de la pirámide de ingresos como un mercado interesante para ser explotado; dado lo exiguo de los ingresos de esta franja poblacional es que fue preciso que las empresas encontrarán productos muy básicos y de muy bajo valor para que la población pudiera acceder a ellos.

El país cuenta, a su vez, con un número muy elevado de organizaciones no gubernamentales que están comprometidas a lidiar con problemáticas de los pobres, así como un sector privado muy dinámico, y crecientes esfuerzos estatales por financiar iniciativas que tengan impactos sociales elevados. Las problemáticas de las personas de bajo nivel de ingresos también son tratadas en los distintos niveles de decisión del estado indio, que promueven activamente soluciones tecnológicas de bajo costo para lidiar con esas demandas.

Se estima que cerca del 93% de la fuerza laboral del país está en el sector informal, el cual carece casi por completo de mecanismos de apoyo relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación. Muchas empresas que tienen productos o servicios dedicados a los pobres encuentran extremadamente dificultoso hallar financiamiento de riesgo para innovar, dado que el abanico de mecanismos del país para este sector es casi inexistente. El gobierno evaluó que para que las ideas innovadoras puedan llegar al mercado, era necesario contar con un mecanismo o instrumento específico, que pudiera dar cuenta de esta necesidad de financiamiento. En este contexto, se evaluó que el instrumento más adecuado para este fin era el de financiamiento a través de capital semilla, que lograra involucrar al sector privado en resolución de problemáticas socioeconómicas.

Descripción del instrumento

Una de las iniciativas más importantes que promueve el estado indio, para dar cuenta de las problemáticas anteriormente mencionadas, es el Fondo Indio para la Innovación Inclusiva. Este fondo está dedicado a invertir en *startups* que provean soluciones y productos que satisfagan las necesidades de ciudadanos que se encuentran en lo más bajo de la pirámide socioeconómica. Especialmente, el fondo apunta a sectores centrales, como educación, salud y agricultura. El fondo tiene cuatro objetivos centrales:

- Enfocarse en los pobres: Invertir en empresas o *startups* que provean soluciones a los 500 millones de pobres del país.
- Combinar beneficios sociales y económicos: el fondo invertirá en entidades que promuevan el impacto social de sus productos o servicios.

- Impulsar el empleo y la generación de medios de subsistencia: financiar empresas que generen empleos para personas pobres.
- Establecer un modelo de Financiamiento a la Innovación Inclusiva más amplio: invertir en empresas comerciales que se enfoquen en lo social, que den el ejemplo a otras empresas a hacer lo propio.

Este fondo fue lanzado en el año 2012, y comenzó a funcionar en el año 2013. La principal herramienta que utiliza el fondo es la concesión de subsidios a micro empresas nuevas, que tengan el foco puesto en los objetivos propuestos por el Fondo, con el fin de que las mismas se conviertan en empresas rentables en un mediano/largo plazo. Si bien se espera que las empresas sean rentables, la expectativa de ganancias de las mismas es sustancialmente más baja de la que poseen otros fondos de riesgo que promocionan el establecimiento de empresas nuevas.

El Fondo también buscará invertir no solo en empresas enfocadas a la innovación social, sino también en otros fondos existentes que inviertan en tales empresas. Esto le permitiría al fondo maximizar su impacto y ampliar el ecosistema de financiamiento dedicado a empresas dedicadas a personas que se encuentran en la base de la pirámide socioeconómica.

En cuanto a su implementación, el fondo fue creado por el Consejo de Innovación Nacional, y está previsto que dure 10 años, con una extensión de otros 3, comenzando en el período 2012-2013. El gobierno, en su primer año, ha invertido un financiamiento cercano a los 15 millones de dólares como capital semilla; aunque, promediando su vida útil, espera llevar el total de inversión del fondo a 750 millones de dólares. De ese total, el gobierno indio aportará cerca de un 20%, mientras que el 80% restante provendrá del aporte de empresas, fundaciones y otros organismos no pertenecientes al gobierno, bajo la modalidad de financiamiento de cooperación público-privado.

En la implementación del financiamiento, junto con el Consejo trabaja el Ministerio de Finanzas. El fondo cubre todas las regiones del país, pero es administrado centralmente, contando con nodos en cada estado. La estructura del fondo es autónoma, y está manejada por profesionales relacionados con las finanzas y de áreas técnicas. Los criterios de selección de los proyectos a financiar incluyen los siguientes aspectos:

- Potencial técnico para comercializar la idea, procesos, producto o patente, y llevarlo al mercado
- La habilidad de reunir potencial profesional y organizacional en la empresa
- Que las entidades pertenezcan al “fondo de la pirámide”, es decir, se dejan de lado a las PYME para enfocarse en las microempresas

Las aplicaciones son evaluadas por un comité especializado, que incluye representantes de diversos Ministerios de finanzas, de ciencia y tecnología, así

como grupos de la sociedad civil y otros actores sociales. Todo el proceso es coordinado por el Consejo de Innovación Nacional.

Aplicabilidad en Argentina

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva ha lanzado, en el año 2013, un Programa Nacional de Tecnología e Innovación Social. Este programa, que cuenta con diversas iniciativas, implementa dos instrumentos principales: el Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales (PROCODAS) y el Proyectos Asociativos de Diseño. El primer caso busca financiar proyectos que tengan como objeto la resolución y/o la mejora, a través de un desarrollo tecnológico específico, la calidad de vida de las comunidades en las que se hayan detectado necesidades. El segundo caso, está orientado a microemprendimientos, microempresas, y cooperativas, que necesiten implementar o mejorar aspectos del diseño de sus productos o servicios. Una de las desventajas de estos instrumentos del Programa consiste en el escaso financiamiento que implica, que solo permite realizar mejoras o cambios de poco alcance en las organizaciones que se ven beneficiadas.

Sería interesante pensar, dentro del Programa de Innovación Social, un instrumento de financiamiento de gran escala, que permita no solamente financiar mejoras en firmas ya existentes, sino apuntalar también el surgimiento de un entramado de empresas de pequeña escala que puedan dar cuenta de problemáticas sociales, a la par de que crean empleos en los sectores más bajos de la pirámide social.

c) Mecanismos de Financiamiento de Capital de Riesgo

El financiamiento a las actividades de innovación para las empresas que recién comienzan presenta un reto importante a la hora de promover nuevos mecanismos financieros. Las *startups*, generalmente, no pueden acceder a préstamos bancarios, dado que les resulta muy complicado demostrar un buen nivel de ingresos, tanto como la posesión de activos que respalden la solicitud de los préstamos. También sucede que, en las primeras etapas, las empresas no tienen un flujo de ingresos suficiente o estable como para pagar las cuotas de los préstamos. Los distintos gobiernos buscan intervenir en esta etapa, generando distintos mecanismos para financiar a las *startups*; dentro de todo el universo de mecanismos, uno de los más difundidos a nivel global es el de los capitales de riesgo dedicados a financiar empresas innovadoras.

Descripción del instrumento

A diferencia de otras fuentes de financiamiento, los fondos de capital de riesgo (en adelante FCR) se quedan con una participación accionaria de la empresa, además del préstamo y los intereses. Esto hace que el involucramiento de los fondos en la suerte de las empresas sea mayor: cuando las empresas enfrentan ciertos obstáculos, estos fondos pueden tener una participación muy activa en la solución de dichos problemas, y ayudan en la implementación de cambios y mejoras. En este sentido, los FCR ejercen un rol de monitoreo y asesoramiento hacia las empresas en las cuales invierten, lo cual ayuda al crecimiento en el ámbito local y hasta internacional de las firmas. El objetivo de los FCR, en última instancia es el de lograr que la empresas en la cual se invierte pueda hacer una oferta pública de acciones que le permita al Fondo recuperar y multiplicar su inversión; la otra modalidad de recupero de la inversión para el FCR es que la empresa sea vendida a un jugador más grande.

Estos FCR se financian con inversores que buscan tasas de ganancia más elevadas que en otras inversiones, a costa de afrontar los riesgos de invertir en empresas jóvenes que tienen posibilidades de éxito inciertas. Los principales inversores en estos fondos son compañías de seguros, fundaciones, fondos de pensión privados y públicos y fondos soberanos.

En un segmento tan dinámico como el de las empresas tecnológicas, por ejemplo, los fondos de capital de riesgo se convierten en una de las mejores formas para financiar empresas. Uno de los países en los cuales se encuentran más desarrollados los FCR es Estados Unidos, en el cual el grueso de las empresas tecnológicas nuevas innovadoras (cerca del 80%) se financian bajo esta modalidad. Estudios sobre este fenómeno demuestran que las empresas que reciben fondos de FCR maduran mucho más rápido, lanzan sus productos al mercado antes, y sus patentes solicitadas son más citadas que sus contrapartes que no reciben financiamiento de los FCR (Hellmann y Puri, 2000). Se calcula que el 75% de la creación de valor en la industria del software en Estados Unidos lo realizaron empresas que fueron financiadas por FCR.

Existen debates acerca de por qué los FCR han cobrado la importancia que se observa a nivel mundial hace algunas décadas, y una de las posibles explicaciones está relacionada con la estructura de incentivos que genera esta modalidad: el hecho de que los fondos capten una porción de las acciones, e intervengan en la dirección de las compañías, los involucra en gran medida a que se comprometan en el éxito de las firmas. También el emprendedor se ve obligado a hacer que la empresa sea rentable, con miras a mantener el control de su firma; dado que los FCR se hacen con una porción substancial de las acciones, en el caso de que la gerencia no sea exitosa, el fondo puede pedir el cambio de la dirección de la compañía. También los FCR promueven la transparencia en la toma de decisiones de las empresas, mejora ciertas prácticas empresariales, y promueve el emprendedorismo en las sociedades en las cuales está bien desarrollado.

Por otra parte, entre los detractores de esta modalidad de financiamiento, se sostiene que para países en desarrollo, como India o Brasil resulta dificultoso que una empresa pueda salir al mercado en una oferta pública de acciones en el plazo en los cuales operan usualmente los FCR (menor a los 10 años). Esto opera como un limitante del accionar de los fondos, que solo resultan útiles en algunos sectores de la economía especialmente dinámicos (software por ejemplo), pero no en sectores como biotecnología o nanotecnología. Una de las posibles soluciones a esta problemática sería promover FCR que tengan horizontes de financiamiento más largos (de 15 a 20 años), a fines de que sus inversiones sean más apropiadas para países no desarrollados, en los cuales los ciclos de desarrollo de las empresas tienden a ser más largos que en los países desarrollados.

Los FCR en India, Brasil e Israel

En la India, tradicionalmente, existieron fondos de riesgo en algunas instituciones estatales grandes (Banco de la India, o en el Banco de Desarrollo de las PYME de India). En la década de los 90 surgieron varios de esos fondos, siendo uno de los principales el desarrollado por el Banco de Desarrollo de las PYME, que constituyó un fondo de capital de riesgo para la industria del software y la informática, con una financiación de 15 millones de dólares entre los años 1999 y 2000. Este Banco luego lanzó otra iniciativa, en el año 2004, y orientada a las PYME. Este fondo contó con un financiamiento de 60 millones de dólares anuales y se enfocó en financiar los requerimientos de capital de industrias PYME innovadoras. El fondo se enfocó, desde sus orígenes, en financiar sectores clave de la economía como procesamiento de alimentos, informática, salud, logística, ingeniería liviana y ciencias de la vida.

En el caso brasileño, los FCR cobraron mucha importancia a raíz de una iniciativa lanzada por FINEP, que lanzó en el año 2000 el programa Innovar. Este programa surgió al reconocer que las pequeñas empresas innovadoras que eran el objetivo de las políticas de FINEP no podían acceder a créditos bancarios para financiar su crecimiento. En este sentido, Innovar busca promover el financiamiento para las

PYME tecnológicas, a través del desarrollo de un ecosistema de capital de riesgo. El programa Innovar incluye: la incubadora de fondos innovar; el foro Brasil de la Innovación; el portal de capital de riesgo de Brasil; la Red Innovar de prospección y desarrollo de negocios; y el desarrollo de programas de entrenamiento y capacitación de agentes de capital de riesgo. La incubadora de fondos innovar es el instrumento más importante dentro del programa, que busca estimular la creación de nuevos FCR, atrayendo para ello a grandes inversores institucionales, particularmente fondos de pensión. A estos fines, la incubadora desarrolla una batería de acciones, como por ejemplo: esfuerzos de evaluación y auditoría de fondos; implementar un sistema de evaluación de administradores de fondos; y promover acciones de difusión y capacitación para inversores institucionales.

Desde su creación en el año 2000, se estima que Inovar ha logrado crear casi mil millones de dólares en financiamiento; mientras que el costo de operar todo el programa ha sido de tan solo 13 millones de dólares. El programa ha logrado fomentar la participación de grandes fondos de inversión locales y mundiales, y los ha comprometido a financiar FCR. También ha colaborado en la creación de la Asociación Brasileña de Fondos de Capital, y ha trabajado en conjunto con el BOVESPA, a fines de profundizar el financiamiento a empresas tecnológicas innovadoras. Esta institución lanzó, en el año 2000 un nuevo índice llamado Novo Mercado, en el cual participan empresas que, voluntariamente, se someten a controles de mercado mucho más estrictos, que los requeridos por BOVESPA. En la actualidad hay cerca de 150 empresas listadas en el Novo Mercado, las cuales están en mejores condiciones de atraer capitales extranjeros, dado que ofrecen mayores garantías que sus contrapartes de BOVESPA. Cerca del 75% de las empresas nuevas que hicieron ofertas públicas de acciones provinieron de Novo Mercado. Existen algunas limitaciones al desarrollo de los FCR en el país, pero están dados por cuestiones más de contexto, como las altas tasas de interés, o los plazos muy bajos a los cuales se otorgan los financiamientos. Pero más allá de ello, el país se ha consolidado como el líder en América Latina en FCR: según datos de la Asociación de Capital de Riesgo de los Países Emergentes, el total de financiamiento en FCR en Brasil supera los 8 mil millones de dólares para el año 2013.

El caso israelí resulta paradigmático, por el nivel de desarrollo que alcanzó, y por la cantidad de empresas innovadoras que fomentó a lo largo de las últimas décadas. La industria de FCR de Israel nació a mediados de la década de 1980, con la creación del primer fondo del país, Athena Venture Partners. A partir de allí, el estado vislumbró la importancia de crear un instrumento de financiamiento que apuntara fomento de los FCR en el país. En el año 1993 se creó Yozma, un programa que se convertiría en la principal herramienta para el fomento y la internacionalización de las empresas de alta tecnología del país. En los primeros diez años desde su lanzamiento, los fondos financiados por FCR se multiplicaron 60 veces, desde 60 millones a 3.3 mil millones de dólares para el año 2003. El número de empresas financiadas pasó de 100 empresas a 800 en el mismo período. Para ese año Israel se ubicó en el segundo puesto mundial de inversión en capital de riesgo como porcentaje del PBI, después de Estados Unidos. Yozma

se asoció con algunos de los principales FCR del mundo, con el objetivo de lanzar 10 FCR, cada uno con un capital de 100 millones de dólares puestos por el estado, y 150 millones de dólares puestos por el fondo extranjero. Las empresas financiadas recibieron consejos financieros y de gestión de los principales asesores de cada uno de los fondos internacionales, lo cual contribuyó en muchos casos al éxito de cada firma. El fondo continuó creciendo, y desde su creación más de 150 empresas israelíes de alta tecnología están cotizando en el NASDAQ de Estados Unidos. Debido a la creación de un entramado de FCR que apuestan a empresas innovadoras de alto riesgo, Israel cuenta en la actualidad con el número de *startups* más grande del mundo en relación a la población. Sin dudas el éxito de Yozma no se debió exclusivamente a que creó condiciones de contexto para el desarrollo de los FCR, sino también a ciertos factores presentes en el país, que posibilitaron la emergencia de un número muy importante de empresas innovadoras. De acuerdo con diversas fuentes puede aseverarse que la experiencia de Yozma ha sido muy positiva, pero extrapolarla a otras realidades puede ser complejo, dadas ciertas características diferenciales del contexto israelí, tanto económico, como político y social.

Aplicabilidad de los FCR en Argentina

Como señala Juan Carlos Carullo (2007), la industria de capital de riesgo comienza a surgir en Argentina a mediados de los años 90. La desregulación de la economía, y la privatización de distintas empresas públicas, dan el marco a la llegada al país de distintos fondos de inversión. En principio estos fondos estaban orientados a la compra de acciones de empresas, pero luego comienzan a establecerse (de forma incipiente) algunos FCR que invierten en empresas tecnológicas. A finales de la década del 90, llegan varios fondos internacionales, que operan tanto en el mercado de acciones como en el de capital de riesgo. Sin embargo, el perfil de estos fondos en el país cobró un cariz distinto al que poseían en sus países de orígenes: los FCR no mostraban interés por identificar ideas o empresas promisorias, ni vincularon sus inversiones a polos o incubadoras creados por instituciones públicas (Carullo, 2007). Otra dificultad está dada por la operatoria de los FCR en Argentina: el hecho de que, desde sus orígenes, cuenten con poco capital los lleva a tratar de minimizar sus riesgos, cuando justamente el hecho de constituirse en un FCR debería llevarlos a apostar en empresas que son riesgosas en sí. El foco excesivo en minimizar los riesgos los lleva, muchas veces, a desperdiciar ideas innovadoras con mucho potencial, para enfocarse en posibilidades de negocios mucho más concretas. Esto implica, en los hechos, que los FCR no se comporten como tales, y no contribuyan a la creación de una dinámica de financiamiento que promueva un marco de incentivos conducentes a la innovación y la expansión de las empresas.

Argentina se caracteriza por poseer una de las comunidades de emprendedores más activa de América Latina pero, a la par, con uno de los sistemas financieros menos desarrollados para promover herramientas de financiamiento para el surgimiento y desarrollo de EBT. Existen en el país distintos eslabones de la cadena de capital de riesgo, tanto redes de ángeles, FCR y fideicomisos

financieros; sin embargo, todo el ecosistema financiero no se encuentra consolidado, ni tiene la dimensión requerida por una comunidad de emprendedores de relativa importancia y dinamismo (Torres Carbonell, 2012). A su vez, ciertas condiciones estructurales de la economía dificultan la posibilidad de acceder a financiamiento por parte de las empresas: entre las principales se cuentan la volatilidad de la economía, la inflación, la depreciación de la moneda y la escala reducida del mercado de valores.

Desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, en el año 2009 se lanzó el programa denominado PROFIET - Programa de Fomento a la Inversión Emprendedora. El objetivo de este instrumento es el de promover la inversión de capital de riesgo para la creación de empresas de base tecnológica (EBT), o para financiar proyectos de I+D en empresas ya existentes. A través de estas dos modalidades, se busca que las empresas puedan aumentar su competitividad a través de un mayor uso de la tecnología, o de la incorporación de innovaciones de distintos tipos. Los destinatarios del programa son: inversores, que buscan participar del riesgo de las empresas emprendedoras; operadores, que buscan coordinar los fideicomisos de capital de riesgo para invertir; y emprendedores, que estén dispuestos a crear o a desarrollar empresas que innoven. El principal estímulo que propone este fondo es el que se le realiza a los inversores, que cuando realizan aportes de capital, pueden recibir crédito fiscal, equivalente al 50% de lo aportado, para el pago del impuesto a las ganancias.

Como menciona Carullo (2007), si bien el país tiene experiencia en la aplicación de instrumentos de capital de riesgo, el grueso de las operaciones parten de esfuerzos del sector privado. Existen algunos instrumentos públicos relacionados con capital de riesgo, de fomento a la creación, consolidación y expansión de las EBT, pero ninguno tiene la dimensión suficiente como para dinamizar a todo el ecosistema. Tampoco se ha logrado, salvo algunas excepciones, lograr vinculaciones fuertes entre el capital de riesgo, y los conocimientos generados por el sistema científico-tecnológico. De acuerdo con Carullo (2007) existen algunas áreas promisorias para la expansión de los FCR, como el sector agropecuario, el farmacológico, software, tecnología química, entre otros. El desarrollo de los FCR podría ser un instrumento central para dinamizar a las EBT de esos sectores, asumiendo parte del riesgo intrínseco en segmentos del mercado que son particularmente dinámicos; sin embargo, en las etapas iniciales de esta industria, se requiere una acción muy fuerte del estado que cubra la brecha de financiamiento que no brinda espontáneamente el sector privado.

d) Financiamiento empresarial - Fondos Sectoriales

Los Fondos Sectoriales brasileños surgen hacia la década del noventa como mecanismos de fomento de recursos al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología brasileño, en un contexto en el cual existía una fuerte escasez de recursos públicos, asimetrías estructurales, escasa participación del sector productivo y del sector privado en la generación de I+D y poca interacción y generación de vínculos entre los actores clave del sistema.

En 1998, mediante una política enfocada en el reconocimiento de áreas prioritarias, surge el Fondo Sectorial del Petróleo y el Gas Natural (CT-Petro) y durante la década del 2000, 16 Fondos Sectoriales más, con los que se esperó incidir en el funcionamiento del sistema; en la vinculación y sinergia entre universidades, centros de investigación e integrantes del sector productivo; y en el fomento a la participación del gasto y generación de I+D por parte de las empresas privadas.

Descripción del instrumento

Los Fondos Sectoriales son instrumentos de financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo e innovación. En total existen 16 Fondos de los cuales, 14 son destinados a sectores específicos y dos son transversales. A partir de su creación en 1998, las recaudaciones de los Fondos Sectoriales son destinadas al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FNDCT). En el cuadro 1 se detalla el objetivo de cada fondo y el origen de sus recursos.

Tabla 3: Fondos Sectoriales

Fondos Sectoriales		
Fondo sectorial	**Objetivo**	**Origen de los recursos**
Agronegocios/ CT-Agro	Capacitación científica y tecnológica en áreas del conocimiento relacionadas con la temática; actualización tecnológica de la industria agropecuaria; estímulo a la ampliación de inversiones en biotecnología tropical y difusión de nuevas tecnologías.	17,5% de las Contribuciones de Intervención del Dominio económico- CIDE, cuya recaudación proviene de la tasa de incidencia del 10% sobre las remesas de recursos en el exterior para el pago de asistencia técnica, regalías, servicios técnicos especializados a profesionales.

Aeronáutico/CT-Aero	Estimular inversiones en I+D en el sector para garantizar la competitividad de las empresas a nivel internacional.	7,5% de las Contribuciones de Intervención en el Dominio Económico (CIDE).
Amazonía/ CT-Amazonia	Fomento actividades de I+D en la región de la Amazonía, conforme al proyecto elaborado por las empresas brasileñas del sector de informática instaladas en la Zona Franca de Manaos.	Mínimo del 0,5% de la facturación bruta de las empresas de bienes y servicios de informática, industrializados en la Zona Franca de Manaos; aporte de hasta 2/3 del complemento del 2,7% del 5% de la facturación de esas empresas como opción de inversión (y otros).
Hidrovía/ CT- Aquavário	Financiar proyectos de I+D enfocados en innovaciones tecnológicas en áreas de transporte fluvial, de materiales, técnicas y procesos de construcción, reparación y demás.	3% de los ingresos correspondientes a la sobretasa de Flete para la Renovación de la Marina Mercante (AFRMM) que cabe al Fondo de la Marina Mercante (FMM).
Biotecnología/CT-Bio	Formación y capacitación de recursos humanos; fortalecimiento infraestructura de investigación y soporte; formación empresas de base tecnológica y transferencia de tecnologías en empresas consolidadas.	7,5% de las Contribuciones de Intervención en el Dominio Económico (CIDE).
Energía/CT-Energ	Estimular la investigación e innovación enfocadas en búsquedas de nuevas alternativas de generación de energía	Entre el 0,3 y el 0,4% de la facturación neta de las empresas (generación, transmisión y distribución [GTD]).

	con menores costos y mejor calidad; desarrollo y aumento de competitividad de tecnología industrial nacional, aumento de intercambio internacional del sector de I+D; formación de recursos humanos en el área de fomento a la capacitación tecnológica nacional.	
Espacial/CT-Espacial	Estimular la investigación científica y el desarrollo tecnológico ligados a la aplicación de tecnología espacial en la generación de productos y servicios en las áreas de comunicación, sensores remotos, meteorología, agricultura, oceanografía y navegación.	25% de los ingresos por concepto de utilización de posiciones orbitales; 25% de los ingresos de la Unión relativos a lanzamientos de carácter comercial de satélites y cohetes de sondeo, a partir del territorio brasileño; 25% de los ingresos de la Unión relativos a la comercialización de datos e imágenes obtenidos por medio de rastreo, telemedidas y control de cohetes y satélites, y el total del ingreso obtenido por la Agencia Espacial Brasileña (AEB) derivado de la concesión de licencias y autorizaciones.
Recursos Hídricos/ CT-Hidro	Capacitación de recursos humanos y desarrollo de productos, procesos y equipamientos con propósito de mejorar el uso de recursos hídricos, por medio de acciones en el área de gerenciamiento de recursos hídricos, conservación del agua en el medio ambiente.	4% de la compensación financiera actualmente recaudada por las empresas generadoras de energía eléctrica (equivalente al 6% del valor de la producción en la generación de energía eléctrica).

Tecnología de la información/CT-Info Cati	Fomentar proyectos estratégicos de I+D en tecnologías de la información para las empresas brasileñas del sector de informática.	Mínimo del 0,5% de la facturación bruta de las empresas de bienes y servicios de informática y automatización, que reciben incentivos fiscales de la ley de informática.
Infraestructura/CT-Infra	Modernizar y ampliar la infraestructura y los servicios de apoyo a la investigación desarrollada en instituciones públicas de enseñanza superior y de investigación brasileñas	20% de los recursos de cada fondo sectorial.
Recursos Minerales/CT-Mineral	Desarrollo y difusión de tecnología, investigación científica, innovación, capacitación y formación de recursos humanos, para el sector minero, principalmente para las pequeñas y medianas empresas y el estímulo a la investigación científico-técnica de soporte a la exploración mineral.	2% de la compensación financiera por la explotación de recursos minerales (CFEM), que pagan las empresas del sector minero que poseen derechos de minería.
Petróleo y Gas Natural/ CT-Petro	Estimular la innovación en la cadena productiva del sector petrolero y del gas natural, formar y calificar recursos humanos y desarrollar proyectos asociando empresas, universidades, y Centros de I+D en el país.	25% de la parte de la Unión del valor de las regalías que exceden el 5% de la producción de petróleo y gas natural.

Salud/ CT-Saúde	Capacitación tecnológica en áreas de salud pública, fármacos y biotecnología. Aumentar inversiones privadas en I+D; promover el equipamiento médico-hospitalario; difundir nuevas tecnologías que amplíen el acceso de la población a los bienes y servicios en salud.	17,5% de las Contribuciones de Intervención en el Dominio Económico (CIDE).
Transporte/CT-Transporte	Programas y proyectos de I+D en Ingeniería Civil, Ingeniería de transportes, materiales, logística, equipamiento y software, que proporcionen mejoras de calidad, reducción de costos y aumentos de competitividades del transporte terrestre de pasajeros y carga.	10% de los ingresos obtenidos por el Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT) en contratos firmados con operadoras de telefonía, empresas de comunicaciones y similares, que utilicen la infraestructura de servicios de transporte terrestre de la Unión.
Verde Amarillo/FVA	Incentivar la implementación de proyectos de I+D cooperativa entre universidades, centros de I+D y el sector productivo; estimular la ampliación de gastos en I+D realizados por empresas; apoyar acciones y programas que refuercen y consoliden una cultura emprendedora y de inversión de riesgo en el país.	50% de las CIDE y mínimo del 43% del ingreso estimado de la recaudación del impuesto sobre productos industrializados (IPI) que incide sobre los bienes y productos que se benefician de la ley de informática.

Fuente: Elaboración propia sobre datos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil (MCTI).

A partir de los temas, las áreas críticas y la definición de prioridades para las políticas en ciencia tecnología e innovación; las formas de articulación entre las unidades del MCTI, los representantes del sector productivo y de la comunidad científica y los mecanismos de financiamiento de las iniciativas sectoriales, Pimentel y Cavalcante (2012) han hecho una clasificación de los Fondos anteriormente descritos en tres ejes de acción:

a) Expansión y consolidación del Sistema Nacional de ciencia, tecnología e innovación, en el que se vincula el Fondo Sectorial de Infraestructura (CT-Infra)
b) Promoción a la innovación tecnológica de las empresas, en el cual se relacionan el CT-Verde Amarillo, el CT-Petro, el CT-Energía el CT-Transportes, el CT-mineral, el CT-Aeronáutico, el CT-Agronegocios, el CT-Biotecnología, el CT-Salud, el CT-Informática, el CT-Amazonía, el CT-aquaviário
c) Investigación, desarrollo e innovación en áreas estratégicas, donde se vincula el CT-Espacial y el CT-Hidro.

Según el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil, estos fondos constituyen un valioso instrumento de política de integración nacional, ya que por lo menos 30% de sus recursos son obligatoriamente dirigidos a las Regiones Norte, Noreste y Centro Oeste, promoviendo la desconcentración de las actividades de Ciencia y Tecnología y la consecuente diseminación de sus beneficios. Estas regiones son las que menores ingresos presentan en todo el país y cuyas capacidades en materia científica y tecnológica son aún más reducidas, en comparación a otras regiones.

Los Fondos Sectoriales son gestionados por Comités, en los que participan representantes de diversos sectores sociales: ministerios, agencias reguladoras, miembros de la comunidad científica y miembros del sector empresarial, entre otros, que buscan garantizar que los recursos sean utilizados y evaluados de manera transparente.

Los Fondos atienden áreas diversificadas, pero tienen características similares respecto a su operacionalización: los recursos con los que estos cuentan deben ser utilizados en el estímulo a las cadenas de conocimiento y los procesos de innovación que les den origen, más no pueden ser transferidos de un fondo a otro. Dichos recursos, tal como se ha mencionado en el cuadro, provienen de diferentes fuentes y sectores productivos y derivan de ingresos variados como regalías, compensaciones financieras, licencias, autorizaciones, entre otras. Las regalías de los sectores del petróleo y gas y de las contribuciones económicas (Cide-Tecnología), son las que más financian la gestión de sectores como el aeronáutico, de agronegocios, biotecnología, salud y de energía (Pimentel y Cavalcante, 2012).

En esta línea, el CT-Petro, el Fondo Verde Amarillo y el CT-Energía, son los tres fondos que más recaudaciones presupuestarias han tenido y representan, según

Rivas, y Rovira (2014) el 70% de la captación total. Por esta razón, estos tres son los fondos que más financian proyectos. Los proyectos y programas son elegidos y apoyados por medio de convocatorias públicas de Finep y de CNPq.

Fortalezas y debilidades del instrumento

Los Fondos Sectoriales se han establecido como un instrumento innovador a nivel institucional en Brasil y el resto de los países latinoamericanos. Generó cambios significativos en la vinculación entre actores y sectores del Sistema Nacional de Innovación de Brasil y permitió que los recursos destinados a la gestión del sistema fueran más estables.

Dentro de los fondos, el que más llaman la atención por sus resultados e impactos generados ha sido el CT-Petro. Los recursos con los que cuenta este Fondo, han sido aplicados en proyectos de relevancia científica y tecnológica para Brasil que han puesto en marcha diversidad de acciones en torno al tema de gestión de la ciencia y la tecnología en referencia al petróleo y gas, a la capacitación de recursos humanos, la generación de redes entre empresas y universidades y diversos procesos de innovación en este campo. Uno de los actuales proyectos que surgieron con financiamiento de este fondo dio lugar al Laboratorio de Tecnología Oceánica- LabOceano, parte del Programa de Ingeniería Naval y Oceánica del Instituto Alberto Luiz Coimbra de Posgrado e Investigación e Ingeniería y la Universidad Federal de Río de Janeiro (COPPE/UFRJ). Este laboratorio es el tanque oceánico más profundo a nivel mundial y el mayor a nivel latinoamericano, donde el 94% de su financiamiento ha sido con recursos del Fondo Sectorial. A la fecha se han realizado más de 2000 proyectos en convenio con Petrobras.

De otro lado, dentro de las áreas estratégicas que más se apoyaron a través de los recursos de los fondos fueron el área de energía nuclear, la espacial y de medio ambiente y recursos naturales. De acuerdo a Pimentel y Cavalcante (2012), las actividades que más fomento tuvieron en este sentido fueron aquellas referidas a la fabricación de combustible nuclear, la producción de equipamiento nuclear y la producción de sustancias radioactivas para el diagnóstico en el área médica, reduciendo gastos de importación. Asimismo, actividades relacionadas con el desarrollo de satélites y en el desarrollo de productos y servicios mediante el uso de posiciones orbitales y radiofrecuencia. Esto influyó en el área de investigación en recursos naturales y medio ambiente, por lo cual, ha sido posible avanzar en el desarrollo de instrumentos tecnológicos de monitoreo de la meteorología y del cambio climático.

No obstante, como ya se ha mencionado, la recaudación proyectada para el fomento de la I+D en Brasil sólo ha sido producto de tres de los fondos, CT-Petro, el Fondo Verde Amarillo y el CT-Energía. La participación de los demás fondos con este propósito ha sido limitada. A su vez, el Fondo CT-Infra recibe el 20% de las recaudaciones de todos los Fondos Sectoriales para su funcionamiento, pero no contribuye a la recaudación total de todos los fondos. Este hecho incide en los

montos destinados a financiar actividades científicas, tecnológicas y de innovación afectando a diversos sectores. Según Rivas y Rovira (2014), la ejecución de nuevas actividades del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, por ejemplo, se han visto afectadas. A su vez, existen dificultades de toma de decisiones y de gobernanza al interior de los fondos, siendo en la actualidad coordinada por FINEP y no de una manera autónoma por comités gestores independientes. De otro lado, la participación de los Fondos en el Gasto Nacional no llega a superar lo ejecutado por organismos que tienen sus propios recursos como Finep y el CNPq.

Los Fondos Sectoriales en Argentina

En Argentina la experiencia de los Fondos Sectoriales brasileños se tuvo en consideración previamente a la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) hacia el año 2007. Con préstamos internacionales, se puso en marcha el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) que combina instrumentos referidos a la vinculación tecnológica y al fomento de la innovación en sectores estratégicos. A partir del Plan Argentina Innovadora 2020, en el año 2010 se consolidaron los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) y los Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS). Con estos instrumentos, “se reconoce la heterogeneidad del tejido productivo, la multiplicidad de agentes, instituciones y modalidades de interacción y la especificidad con que el conocimiento científico-tecnológico es incorporado a nivel sectorial” (MINCYT, 2012).

Los Fondos Tecnológicos Sectoriales destinan sus esfuerzos a financiar proyectos de I+D e innovación exclusivamente en los sectores de biotecnología, nanotecnología, tecnologías de la información y las comunicaciones y, los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial, por su parte, se destinan a financiar proyectos también de I+D e innovación exclusivamente en los sectores de Agroindustria, Energía, Salud, Desarrollo Social, Ambiente y Cambio climático. De estos Fondos pueden ser partícipes entidades públicas, público-privadas y algunas privadas, entidades tecnológicas y empresas con ciertas características de acuerdo a las condiciones propias de cada instrumento. En ambos casos quedan excluidos los proyectos de investigación aplicada.

Según Rivas y Rovira (2014), Argentina a diferencia de Brasil, ha financiado los Fondos Sectoriales con programas de préstamos externos, específicamente del BIRF y del BID más no con impuestos de regalías a nivel local como en el caso brasileño. Esto ha incidido en la definición de prioridades de cada Fondo, cuya gestión de financiamiento se administra a través del FONARSEC con montos diferentes para cada caso.

En este caso, Argentina necesitaría llevar a cabo una reforma de tipo estructural, financiera y social que le permita generar cambios a nivel impositivo y con esto, financiar con recursos propios sus áreas potenciales. A su vez, que los proyectos

financiados contemplen todo el proceso de creación de conocimiento, que como se vio, llegan a dejar de lado.

e) Promoción y regionalización de la ciencia y la tecnología

Las Fundaciones de estímulo a la investigación en Brasil (FAP), surgen frente a la necesidad de descentralizar la toma de decisiones, las actividades y el financiamiento referido a la ciencia y tecnología de Brasil. La Fundación de estímulo a la investigación del Estado de San Pablo (FAPESP), fue la primera fundación que tuvo Brasil. Creada en 1962, su propósito fue apoyar con fondos propios las actividades científicas y de investigación, así como las de educación superior llevadas a cabo por estudiantes, docentes, científicos e investigadores paulistas. Este modelo de apoyo a la investigación, fue tomada como ejemplo por otros estados del país, por lo cual, en la actualidad casi todos estos cuentan con un modelo de fundación de estímulo a la investigación propia.

Descripción del Instrumento

El Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación se constituye a nivel federal y estatal por diversos organismos, entre estos las Fundaciones de estímulo a la investigación (FAP). La mayoría de estados del país cuenta con su propia fundación, las cuales, a su vez, se encuentran coordinadas por el Consejo Nacional de Fundaciones de estímulo a la investigación (CONFAP). En el cuadro 1, se presentan las Fundaciones de cada estado y sus años de creación.

Desde la Ley Federal de Innovación (Ley Nº 10.973), las FAP se conciben como agencias de fomento. Así, aparecen como organismos o instituciones de naturaleza pública o privada que tiene entre sus objetivos el financiamiento de acciones que tienden a estimular o promover el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Por lo tanto, cada una de estas instituciones cuenta con sus propias modalidades de fomento dependiendo de las leyes del Estado. Generalmente, cada fundación cuenta con modalidades de financiamiento a través de instrumentos como becas, auxilios y subvención económica para temas particulares que sean de su necesidad y prioridad como estado.

Tabla 4: Fundaciones de Estímulo a la Investigación en Brasil.

Estado	Año de creación	Institución
Sergipe	N/D	Fundación de estímulo a la investigación e innovación tecnológica del Estado de Sergipe - FAPITEC
San Pablo	1962	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de San Pablo - FAPESP
Río Grande do Sul	1964	Fundación de estímulo a la investigación del Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS

Río de Janeiro	1980	Fundación Carlos Chagas Filho de estímulo a la investigación del Estado do Rio de Janeiro FAPERJ
Minas Gerais	1985	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Minas Gerais - FAPEMIG
Pernambuco	1989	Fundación de estímulo de la Ciencia y Tecnología del Estado de Pernambuco - FACEPE
Alagoas	1990	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Alagoas - FAPEAL
Ceará	1990	Fundación Caréense de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico - Funcap
Paraíba	1992	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Paraíba - FAPESQ
Piauí	1993	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Piauí - FAPEPI
Mato Grosso	1994	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Mato Grosso - FAPEMAT
Mato Grosso do Sul	1998	Fundación de Apoyo al Desarrollo de la Educación, Ciencia y Tecnología del Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT
Paraná	2000	Fundación Araucaria de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico del Estado de Paraná. FA
Bahía	2001	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Bahía - FAPESB
Amazonas	2002	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Amazonas - FAPEAM
Maranhão	2003	Fundación de estímulo a la investigación y al Desarrollo Científico y Tecnológico del Estado de Maranhão - FAPEMA
Río Grande do Norte	2003	Fundación de estímulo a la investigación del Estado do Rio Grande do Norte - FAPERN
Espíritu Santo	2004	Fundación de estímulo a la investigación e innovación del Estado de Espírito Santo - FAPES
Goiás	2005	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Goiás – FAPEG
Santa Catarina	2005	Fundación de estímulo a la investigación e innovación del Estado de Santa Catarina- FAPESC
Pará	2007	Fundación Amazonía Paréense de estímulo a la Investigación - FAPESPA
Amapá	2009	Fundación de estímulo a la investigación del Estado de Amapá - FAPEAP
Rondônia	2011	Fundación Rondônia de estímulo al Desarrollo de las acciones Científicas y Tecnológicas y a la Investigación del Estado de Rondônia - FAPERO
Acre	2012	Fundación de estímulo a la investigación de Acre - FAPAC

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Consejo Nacional de las Fundaciones de estímulo a la investigación (CONFAP).

Fundación de estímulo a la investigación del Estado de San Pablo (FAPESP)

A modo de ejemplo y en razón de su importancia, se describen los rasgos generales de la Fundación de Estímulo a la Investigación del Estado de San Pablo (FAPESP). Se trata de una de las entidades más importantes en materia de ciencia y tecnología del país. Financia becas de formación en posgrado a nivel nacional e internacional; proyectos de investigación básica que busquen ampliar la frontera del conocimiento e investigaciones aplicadas que generen desarrollo tecnológico. A su vez, la FAPESP, en conjunto con entidades como la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), consolida el apoyo a la I+D e innovación de pequeñas y medianas empresas.

La FAPESP se compone estructuralmente por un Consejo Superior y un Consejo Técnico Administrativo. El primero es el encargado de orientar la toma de decisiones de política científica, administrativa y patrimonial y se compone por doce miembros, seis de los cuales elegidos libremente por el Gobernador del Estado de San Pablo y los otros seis, elegido por las universidades estatales paulistas y por las instituciones de educación e investigación públicas y particulares del Estado. Por su parte, el Consejo Técnico Administrativo se elige de manera interna en la fundación y se encarga de tareas administrativas.

Para su financiamiento, la FAPESP cuenta con un presupuesto propio, que representa el 1% de los ingresos totales fiscales del estado de San Pablo. Mensualmente le son transferidos recursos del Tesoro del Estado lo cual permite que los montos de apoyo sean fijos y bastante significativos pudiendo dar continuidad a sus líneas de financiamiento. Esto ha permitido que la Fundación haya podido convertirse en un organismo autónomo de fomento a la investigación en Brasil.

De esta manera, la Fundación ofrece subsidios a la investigación en diversos temas y bajo múltiples modalidades, entre estos, subsidios regulares, temáticos, para las pequeñas empresas, para la investigación en asociación para la innovación tecnológica, para jóvenes investigadores, para equipamiento, infraestructura, entre otros. Desde 1992 hasta el primer semestre de 2015, la Fundación ha entregado un total de 85.330 subsidios en dichas modalidades, 111.350 becas en total para investigación en universidades y centros brasileños y 7.804 becas para estudios de investigación en el exterior.

Del mismo modo, la Fundación brinda un conjunto de instrumentos de fomento enfocados a objetivos estratégicos de importancia para el estado de San Pablo como bioenergía, biodiversidad, ciencias de la vida y salud; Programas de investigación direccionados a la aplicación (empresas y gobierno); Programas de infraestructura para la investigación; Programas de divulgación científica; y Programas de distribución de proyectos apoyados. Para cada uno de estos ejes se presentan modalidades de apoyo específicas, con montos y procesos particulares.

Actualmente, el Estado de San Pablo es el responsable de más del 50% de la producción científica del país, debido en parte a la gestión de la Fundación y de otros organismos relevantes que lo constituyen, como la Universidad de San Pablo, lo cual ha incidido en el fortalecimiento de las capacidades instaladas y desarrolladas en este estado.

Programa de Investigación Innovadora en Pequeñas Empresas

El programa de Investigación Innovadora en Pequeñas Empresas (PIPE) ha tenido continuidad desde 1997. Desde entonces, se ha propuesto ayudar al desarrollo de investigaciones innovadoras que sean llevadas adelante por pequeñas empresas del estado de San Pablo y cuyo énfasis esté puesto en problemas de importancia para la ciencia y tecnología que puedan tener alto potencial de retorno comercial y social. Además de financiar insumos, equipamiento y otros servicios, este instrumento permite la posibilidad de acceder a becas de investigación para la pequeña empresa y de becas del programa de capacitación técnica para el personal de apoyo al proyecto. A su vez, se podrán obtener beneficios adicionales como subsidios para la participación en reuniones científicas y estancias de investigación de corto plazo fuera del Estado de San Pablo.

Según datos de la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de San Pablo, desde 1998 hasta el primer semestre de 2015 se han otorgado a través de este instrumento un total de 3.480 subsidios y 2.238 becas con un monto anual en promedio de 40 millones de reales para su financiamiento.

Programa de apoyo a la investigación en las empresas

El programa de apoyo a la investigación en las empresas (PAPPE) propio del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), cuya ejecución está en manos de FINEP en asociación con las Fundaciones de apoyo a la investigación-FAP Estatales de las regiones Norte, Noreste y Centro Oeste, busca financiar actividades de I+D de productos y procesos innovadores emprendidos por investigadores que actúen directamente y en cooperación con empresas de base tecnológica.

Según FINEP, este instrumento se enfoca en empresas que estén incluidas en los sectores prioritarios de las políticas nacionales y regionales; que demuestren el contenido innovador de los productos, procesos y servicios a ser desarrollados, que identifiquen nuevas oportunidades de mercado capaces de alcanzar su crecimiento a partir de la ejecución del proyecto subvencionado.

Su financiamiento se da a través de la modalidad de subvención económica con aportes no reembolsables por montos de hasta 100 millones de reales que se distribuyen según el monto a subsidiar. Para proyectos que requieran hasta dos millones de reales de financiamiento no se requiere contrapartida estatal, más aquellos proyectos que superen este monto, deberán estar respaldados por el Estado al cual pertenezca la propuesta.

Dos ediciones especiales de este instrumento fueron creadas exclusivamente para el Estado de San Pablo. La primera denominada Programa PIPE/PAPPE Subvención Económica y la segunda PAPPE-PIPE III. Cada una de ellas busca, por medio de fondos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), de FINEP, del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico (FNDCT) y de la FAPESP apoyar el desarrollo de empresas del Estado de San Pablo que lleven adelante procesos de innovación en concordancia con las políticas y áreas estratégicas estatales.

Dentro de los últimos proyectos financiados bajo la modalidad de Subvención Económica por parte de FAPESP y FINEP, se encuentra el proyecto denominado Sirius, destinado a financiar propuestas de pequeñas y medianas empresas que participen en el desarrollo de una de las infraestructuras más grandes del país para la generación de luz sincrotrón. Para el subsidio de este proyecto, se estima un monto total de 40 millones de reales dirigido a apoyar el desarrollo de productos, procesos y servicios innovadores para un nuevo anillo acelerador. Se espera que este desarrollo tecnológico pueda ser puesto en marcha en el Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón (LNLS) ubicado en el campus del Centro Nacional de Investigación en Energía y Materiales (CNPEM) en Campinas.

Con dicho desarrollo tecnológico, Brasil pretende contribuir a la generación de líneas de investigación relacionadas con los estados de la materia a nivel atómico. Así, se espera que nueva fuente de luz sincrotrón sea una de las primeras infraestructuras consideradas de cuarta generación en todo el mundo que permita al país instalarse en campo de esta tecnología.

Fortalezas y debilidades del instrumento

El papel de las Fundaciones en las diversas regiones del país ha sido relevante para reconocer y fomentar las capacidades instaladas en cada estado. Estas se han convertido en actores que generan vinculaciones entre universidades, empresas y demás organizaciones relacionadas a la ciencia, tecnología e innovación y han puesto sobre la marcha programas y proyectos que logran, en la medida de sus posibilidades, contribuir al crecimiento económico de las regiones. Entre las más relevantes, por sus acciones y recursos, además de la FAPESP, se encuentran la Fundación de estímulo de Río de Janeiro (FAPERJ), la de Minas Gerais (FAPEMIG), Amazonas (FAPEAM) y Bahía (FAPESB).

Según datos del Consejo Nacional de Fundaciones de estímulo a la investigación, el presupuesto federal destinado a las fundaciones en todo el país en 2012 fue de 2.703,17 millones de reales, del cual, las que más recibieron parte de estos recursos y lo ejecutaron fueron las fundaciones anteriormente mencionadas. Podría entenderse esto de acuerdo a los datos ofrecidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación que sugiere que para el año 2012 el gasto total de los Gobiernos Estatales en Ciencia y Tecnología (Indicador que tiene en cuenta el gasto en I+D y el gasto en ACT) fue de 13.650,6 millones de reales de los cuales, las regiones del Norte y el Centro Oeste fueron las que recibieron menores

recursos en comparación con regiones como la Sudeste -a las cuales pertenecen Fundaciones como la de San Pablo, Río de Janeiro y Minas Gerais-. El gasto de las regiones Norte y Centro Oeste para el año 2013 fue de un total de 515.1 millones de reales y 536.6 millones respectivamente, en contraste con la región Sudeste que dio cuenta de un total de 9514.4 millones de reales para este mismo año.

Esta información demuestra parte de la heterogeneidad que presentan las diferentes regiones y así mismo sus Fundaciones de estímulo a la investigación, en cuanto a recursos y capacidades de generación de actividades científicas, tecnológicas y de innovación lo cual, incide en el efectivo impacto o no de los instrumentos llevados a cabo por estas. Ante este hecho, desde la constitución y las leyes, específicamente las relacionadas a ciencia, tecnología e innovación, se plantea la problemática de la desigualdad regional en todo el país lo cual, ha conducido a la movilización de esfuerzos por llevar adelante un modelo más inclusivo, de desarrollo sustentable y con distribución regional que reconozca e impulse las áreas potenciales con la que cuenta cada estado.

Aplicabilidad en Argentina

Argentina no cuenta con ningún instrumento de política científica y tecnológica parecido a las Fundaciones de estímulo a la investigación. Así, valdría la pena plantear la posibilidad de generar un instrumento de este tipo, que responda a las capacidades científicas y tecnológicas de las diversas provincias del país y que a su vez cuente con el apoyo de diversos sectores sociales para su planificación y gestión.

Considerando que el gobierno argentino es el sostén principal de las actividades científicas y tecnológicas y de I+D, la puesta en marcha de un instrumento parecido al brasileño, pero basado en las condiciones sociales de la Argentina, podría establecerse como una herramienta de integración y vinculación del sector privado, por medio de diversas líneas que no sólo financien sus actividades, sino también que promuevan su participación en la toma de decisiones.

Cabe resaltar que en la Argentina existe el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología, COFECYT, cuyo propósito es elaborar, asesorar y articular estratégicamente políticas y prioridades nacionales y regionales según la Ley Marco de Ciencia y Tecnología, Ley 25.467. La estructura de este organismo está compuesta por el Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva de la Nación y por las máximas autoridades de los Gobiernos Provinciales y de la Ciudad Autónoma.

Dentro de las acciones propuestas por este organismo se encuentra la generación de planes y programas provinciales y la constitución de otros organismos a nivel regional como los Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología. En este sentido, el COFECYT y sus instrumentos de política regionales se establecen como el mecanismo de federalización de la ciencia.

No obstante, la desarticulación de los organismos a nivel nacional en referencia a Ciencia, Tecnología e Innovación hace que la gestión de organismos como el COFECYT presente incoherencias y trabas administrativas. En relación a la innovación y los proyectos regionales que apuntan a esta temática, Rivas y Rovira (2014) comentan que existe una fuerte desarticulación y coordinación de las políticas de innovación. Por tanto, dentro de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) y el COFECYT hace falta una instancia que administre el apoyo de proyectos de innovación con perspectiva de desarrollo regional.

Considerando esto, podría ser pertinente que la política científica, tecnológica y de innovación sea coordinada por el COFECYT, pero en la práctica, instancias como los Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología mencionados con anterioridad, tuvieran mayor peso en la toma de decisiones y en la gestión propia de instrumentos de política y recursos económicos para su funcionamiento. La proyección de instrumentos destinados a actividades de ciencia y tecnología por un lado y de I+D por el otro, llevados a cabo de acuerdo a las capacidades propios de cada provincia y gestionados por los Consejos o instancias en concreto de cada provincia, como ocurre con las Fundaciones brasileñas descritas con anterioridad, podría presentarse como otra forma de gestionar la política y conseguir un desarrollo regional más definido.

e) Conglomerado de empresas públicas para el desarrollo tecnológico

El gobierno ruso decidió, en el año 2007, la creación de una corporación estatal que agrupe una gran cantidad de empresas públicas del país dedicadas al desarrollo, fabricación y exportación de productos industriales de alta tecnología de uso civil y militar. Esta organización se denominó "Corporación Estatal de Colaboración en Desarrollo, Fabricación y Exportación de Productos Industriales Altamente Cualificados Rostechnologii", aunque luego de un proceso de cambios institucionales, pasó a llamarse *Rostec*. El conglomerado está compuesto por seiscientas sesenta y tres organizaciones, que se agrupan en 13 holdings, lo cual constituye casi dos tercios del total de la industria de defensa del país. De éstos, ocho holdings pertenecen al complejo industrial-militar, mientras que los cinco restantes se dedican al sector civil. Las empresas de *Rostec* exportan productos a más de setenta países, lo cual marca la fuerte presencia rusa en el mercado global de armas. Rusia es el segundo exportador mundial de armamento, habiendo logrado, para el año 2014, el 27% de las ventas mundiales del sector.

Rostec participa activamente de los siguientes segmentos industriales:

- Construcción de automóviles
- Producción de aviones
- Manufactura de motores
- Metalurgia
- Construcción
- Óptica
- *Composites* y modernas aleaciones para la construcción
- Equipamiento médico
- Farmacéutica
- Biotecnología industrial
- Radioelectrónica
- Construcción de dispositivos de precisión
- Tecnologías de información y telecomunicaciones
- Construcción de herramientas y fabricación de equipos para modernizar la industria; fabricación de armas y equipos militares

Las principales metas de la organización son las siguientes:

- Contribuir a la elaboración, fabricación y exportación de la producción industrial de alto contenido tecnológico
- Sostenimiento en los mercados interior y exterior de los especialistas rusos que elaboran y fabrican la producción de alto contenido tecnológico
- Modernización de la tecnología de producción
- Desarrollo del potencial científico y humano del país
- Profundizar las relaciones con grandes sectores industriales tanto en Rusia como en el extranjero

Rostec fue creado como una respuesta del gobierno ruso a la creación de las grandes corporaciones industriales-militares de occidente, que a través de un proceso acelerado de fusiones empresariales, fueron creando conglomerados industriales de una gran dimensión. Esto les permite tener una capacidad financiera tal que les posibilita abordar proyectos de I+D de gran escala, en concordancia con la creciente complejidad y costo de los equipamientos militares de avanzada. *Rostec*, al congregar a buena parte de las industrias públicas rusas de producción de armamentos y tecnologías de avanzada, permite lograr importantes economías de escala, así como optimizar la gestión de proyectos de I+D de gran envergadura. La creación de la organización también optimiza el *marketing* a nivel global de los productos industriales del país, los servicios de postventa y simplifica la estructura y gestiones comerciales.

Rostec ha identificado algunas áreas nuevas en las que busca fortalecer su posición global, de las cuales espera que provengan buena parte de sus utilidades futuras. Esto ha implicado un trabajo de prospectiva muy fuerte, que les permitió identificar los siguientes segmentos de mercado: equipos médicos y farmacéutica ; biotecnología; máquinas y equipamiento para los sectores claves de la economía; equipos de energía y de ahorro de recursos; equipos de telecomunicaciones; materiales compuestos avanzados; y *composites.* La estrategia de la empresa también contempla seguir trabajando en los sectores tradicionales, pero buscando diversificar la producción de tecnología de uso dual, transfiriendo a la producción civil sectores de la industria de defensa; esto permitiría la entrada de *Rostec* en mercados altamente dinámicos, pero que tienen menos restricciones políticas que los contratos militares inter-gubernamentales.

Aplicabilidad en Argentina

El Ministerio de Defensa cuenta, bajo su órbita, con un conjunto de industrias estratégicas y organismos que se dedican a la I+D y a la producción de distintos bienes e insumos que son centrales para llevar adelante la política de defensa del país. Las principales instituciones son: la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM), el Complejo Industrial Naval Argentino (CINAR) y la Fábrica Argentina de Aviones “Brigadier San Martín” (FAdeA), junto al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). A su vez, el Ministerio destaca la importancia de contar con vínculos aceitados con otras instituciones del sistema argentino de ciencia y tecnología, entre las cuales se cuentan organismos vinculados con las fuerzas armadas (EDENA, IESE, entre otros), así como las universidades y otros centros de I+D.

Sin embargo, no existe una política explícita de agrupar, bajo una misma órbita institucional, todas las instituciones y centros del país que realizan I+D, fabrican equipamiento o proveen servicios de avanzada, tanto de uso militar como civil. Esto implicaría contar, bajo una misma corporación pública, un portafolio de

desarrollos tecnológicos provistos por instituciones como INVAP, CNEA, CONAE, ARSAT, además de las ya listadas por el Ministerio de Defensa. Contar con una institución que centralice la producción y las inversiones en I+D para la defensa del país, a la par que promueve activamente las ventas externas de productos y servicios de alta tecnología, podría dinamizar al sector industrial para la defensa, a la vez que genera un flujo de fondos que permitiría a las distintas instituciones profundizar las inversiones en I+D y lograr una retroalimentación positiva para todo el sistema.

f) Instrumentos para la formación de recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación

Ciencia Sin Frontera (*Ciência sem Fronteiras*) es un programa de movilidad académica brasileño a nivel internacional, llevado adelante por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) y por el Ministerio de Educación (MEC), por medio de sus agencias de fomento CNPq y CAPES. Con este instrumento el gobierno brasileño busca contribuir a la falta de generación de capacidades en las áreas prioritarias y a la escasa o nula vinculación entre las universidades y las empresas públicas y privadas del país.

Descripción del instrumento

El programa, surgido en 2011, es un instrumento por el cual las grandes instituciones de fomento y promoción de la educación y la ciencia y tecnología en Brasil pretenden consolidar, expandir e internacionalizar la ciencia, tecnología e innovación por medio del intercambio y la movilidad internacional. Desde un inicio, el programa estableció financiar hasta 101 mil becas en cuatro años para promover el intercambio de estudiantes de grado y posgrados al exterior con el fin de generar y mantener contacto con sistemas educativos competitivos en relación a la tecnología e innovación. El programa contó con un presupuesto trienal de 2 mil millones de dólares para el período 2011-2014 que también ha sido destinado para el financiamiento de investigadores internacionales que quieran establecer asociaciones con investigadores brasileños en las áreas prioritarias con las que cuenta el país, y creando las condiciones necesarias para que los investigadores de las empresas locales reciban entrenamiento especializado en el exterior. Las principales alianzas institucionales se han dado con Estados Unidos, Inglaterra, Francia y Alemania, y varios países de América Latina, en particular Argentina.

Para el programa, las áreas contempladas como prioritarias son: ingenierías, ciencias exactas y de la tierra, biología, ciencias biomédicas y de salud, computación y tecnologías de la información, tecnología aeroespacial, fármacos, producción agrícola sustentable, petróleo, gas minerales, energías renovables, tecnología mineral, biotecnología, nanotecnología y nuevos materiales, tecnologías de prevención y mitigación de desastres naturales, biodiversidad y bioprospección, ciencias del mar, industria creativa (enfocada en productos y procesos para el desarrollo tecnológico e innovación, nuevas tecnologías de ingeniería de construcciones y formación de tecnólogos.

Las modalidades de financiamiento son becas en el exterior y becas en el país. La primera modalidad se enfoca en becas de formación de grado, de carreras de tecnólogos, becas de doctorado y posdoctorado y de maestría profesional. La segunda modalidad, da cuenta de becas destinadas a la atracción de científicos a Brasil, a profesores visitantes y a jóvenes talentos de otros países que presenten niveles de excelencia internacionalmente reconocida, dispuestos a permanecer en Brasil por lo menos un mes cada año, por un periodo de hasta tres años.

Vale la pena resaltar que los investigadores visitantes deben llevar a cabo investigaciones conjuntas con investigadores y científicos brasileños, transfiriendo conocimientos y capacidades tecnológicas en las 20 áreas mencionadas.

En total, el programa ha financiado 87826 becas para estudios de grado y posgrado en el exterior. El país de destino que más ha recibido bacarios ha sido Estados Unidos y la modalidad que más se ha apoyado ha sido la de becas de estudio de grado. De otro lado, para el año 2013, se habían presentado en Brasil 623 proyectos en áreas prioritarias desarrollados en conjunto entre 32 investigadores brasileños y 591 investigadores visitantes extranjeros. La mayoría de iniciativas estuvieron enfocadas en las áreas de Ciencias Exactas y de la Tierra: Física, Matemáticas, Ingenierías y demás áreas tecnológicas; Biotecnología; y Ciencias de la Salud. Los investigadores según país de procedencia que mayor participación presentaron fueron de Estados Unidos (154), Francia (69), España (66), Portugal (44) e Italia (32). De América Latina se presentaron investigadores de Argentina (8), México (2), Chile (2).

Fortalezas y debilidades del instrumento

Ya que este programa es reciente, no es posible aún establecer el impacto que ha tenido sobre el campo científico y tecnológico. Como resultados observables se encuentran las publicaciones conjuntas entre investigadores nacionales y extranjeros que ha sido uno de los elementos que más se ha promovido por medio del programa. Sin embargo, desde un principio la principal preocupación que despierta este programa, está relacionada con la posterior inserción laboral de dichos graduados en el sistema científico y tecnológico brasileño. De acuerdo a diversos especialistas, el sistema científico y tecnológico de Brasil, en particular su estructura productiva, no está capacitada para absorber a un número tan grande de personal con formación de doctorado.

Asimismo, el país intentó fortalecer su sistema de posgrados y doctorados durante las últimas dos décadas, y esta enorme inversión para enviar los mejores estudiantes al exterior, claramente va en contra de dicha política de estado implementada, que buscaba fortalecer la formación dentro del país. También resulta cuestionable que el grueso del financiamiento de Ciencia Sin Fronteras estuviera dedicado a programas de doctorado en el extranjero, considerando que la mayoría de los investigadores que se doctoraban no regresaban al país a su finalización lo cual agrava la problemática de la fuga de cerebros. Otra crítica, en la implementación del programa, está dada por el hecho de que la mayoría de las becas se otorgan en países de habla extranjera, y la mayor parte de los solicitantes son estudiantes que hablan lenguas extranjeras y provienen de clases medias y altas, que (en su mayoría) pueden acceder a realizar estudios en el extranjero sin contar para ello con ayudas estatales; así el programa vendría a realizar una suerte de discriminación hacia los estudiantes de clases medias bajas y bajas, que por la limitación del idioma no pueden siquiera presentarse.

Aplicabilidad para la Argentina

En Argentina, la formación de recursos humanos ha sido una de las políticas más fuertemente apoyada en la última década. Por tanto, actualmente, sistemas como el del CONICET, cuentan con más de diez mil investigadores apoyados con financiamiento del Estado, a través de instrumentos como becas doctorales y posdoctorales y de carrera de investigación, para seguir especializándose en las áreas relevantes del país. Sin embargo, estrategias de política como la implementada por Brasil, en cuanto a la formación de recursos humanos en otros países del mundo y la atracción de personal altamente calificado de lugares fuera de la Argentina, con miras a la creación de nuevas líneas de investigación y el fortalecimiento de redes de conocimiento, entre estos e investigadores locales, podría ser una herramienta que permita dinamizar el sistema científico y tecnológico, actualizar conocimientos y experiencias y generar un nivel más propositivo en la investigación referida al propio contexto.

Comentarios finales

La evidencia que surge de la información analizada muestra que el lugar que ocupan las políticas de ciencia, tecnología e innovación en el conjunto de las políticas públicas varía según los perfiles de cada país y su impacto es muy diferente en función de elementos referidos al marco político, los rasgos productivos, la dotación de recursos humanos, las capacidades en I+D y los distintos estilos de vinculación entre los actores públicos y privados.

Del análisis conjunto de los países seleccionados surge que en la mayoría de los BRICS y otros países emergentes existe una conciencia creciente en los países acerca de la importancia de impulsar la innovación como una vía para lograr el crecimiento económico, pero las estructuras económicas, políticas y sociales no siempre influyen positivamente en el desenvolvimiento de dichos procesos. China ha alcanzado liderazgo mundial en campos avanzados, como la nanotecnología, pero se señala que la rigidez del control político constituye un freno a la cutura de la innovación en el tejido productivo.

La estilización de políticas de ciencia, tecnología e innovación da como resultado una tipología que permite identificar qué lugar ocupa la planificación estatal en cada caso, y cómo se resuelve la tensión entre el estado o el mercado como principios rectores de las relaciones económicas y sociales. Algunos de los programas e instrumentos identificados han sido vías importantes mediante las cuales los estados han buscado conducir sus esfuerzos, para dar cuenta de sus principales problemáticas del desarrollo. Dicha identificación ha sido acompañada con las posibilidades de aplicación para el caso argentino, para intentar determinar cuáles son los ajustes necesarios en el caso de implementar dichos programas en el contexto nacional.

China constituye una excepción en casi todas las dimensiones de análisis: su tamaño de mercado, volumen de su economía, y sistema económico y social, le confieren una especificidad tal, que resulta complejo tomarla como parámetro para realizar algún tipo de comparación. Aún así, el país lleva adelante distintas estrategias para profundizar las capacidades de innovación en sus firmas, con miras a fortalecer procesos de sustitución de importaciones, especialmente de bienes de capital. Esto implica procesos de aprendizaje muy intensivos en conocimiento, lo cual puede brindar lecciones muy importantes para procesos de desarrollo económico y tecnológico de economías medianas como la argentina, que enfrentan problemáticas asociadas con la sustitución de importaciones, y con crisis recurrentes en la balanza de pagos por la importación de bienes de capital.

En casos de países como Rusia, India, y (especialmente) Brasil, resulta más sencillo poder identificar programas y políticas de fomento, que puedan ser adaptadas a un contexto local con algunas modificaciones. Las políticas que emplean estos países para fomentar el desarrollo de sus áreas estratégicas, o las formas que definieron para solucionar algunas problemáticas sociales muy

extendidas, se constituyen en los principales aprendizajes que se pueden extraer de este estudio.

Una de las principales políticas que implementan los países para generar capacidades competitivas a nivel global, está constituida por el fomento a las áreas estratégicas. El caso brasileño resulta paradigmático, con la creación de los fondos sectoriales. Esta herramienta contó, desde sus orígenes, con la novedad de que los fondos para su ejecución provenían del mismo sector en el cual se terminarían implementando. Aplicar una tasa a un sector económico estratégico parece una estrategia adecuada para lograr una buena implicación de las empresas en las iniciativas públicas de fomento de la I+D; a la vez que genera una masa de recursos genuinos de un volumen tal que permite lograr un impacto significativo.

Las políticas destinadas a atender las necesidades de las personas que se encuentran en la base de la pirámide social constituyen un ejemplo interesante, que ha cobrado gran impulso en las políticas de innovación de la India. Tomar a este sector de personas desfavorecidas como sujeto de una política de innovación específica, brinda grandes oportunidades al país para pensar en un set de políticas e instrumentos que puedan dar cuenta de necesidades sociales y económicas, de sectores de la población que no pueden acceder a toda una serie de bienes y servicios.

En lo que respecta a la formación de recursos humanos de alto nivel, se observó que Argentina no posee grandes programas de formación en el extranjero, a diferencia de Brasil que, con su emblemático Ciencia sin Fronteras, envía a miles de investigadores a estudiar e investigar en el exterior. Si bien este programa ha tenido evaluaciones dispares, por haber promovido la fuga de cerebros, o por estar destinado a un sector de la población que no requería de tantas ayudas, resulta interesante en pensar un instrumento que promueva un aumento en las capacidades de los investigadores locales: tanto enviándolos a trabajar y estudiar en centros de excelencia del extranjero, como invitando a investigadores de alto nivel a radicarse temporalmente en el país.

Una de las falencias más importantes que se detectaron para el caso argentino está dada por la carencia de un mercado de capitales sofisticado, que pueda dar cuenta de las necesidades surgidas de su tejido de empresas PYME, y de la comunidad de emprendedores que lanzan nuevas firmas al mercado. En este caso, es necesario resaltar algunas experiencias internacionales, específicamente en los casos de Brasil e Israel, que han podido subsanar dicha falencia, con la creación de instrumentos de financiamiento especializados en capital de riesgo. Más allá de que su funcionamiento está condicionado por factores contextuales, sería deseable crear un set de instrumentos específicos para desarrollar la industria de capital de riesgo en el país. Esto redundaría en una dinamización importante de las empresas nuevas de base tecnológica, que tienen una propensión alta a incorporar innovaciones y a crear empleos de alta calidad.

Referencias Bibliográficas

AMERICAN COUNCILS FOR INTERNATIONAL EDUCATION. (2012). Who's Who in the Russian

ARÓSTICA FERNÁNDEZ, P. (2014): China en transición a la sociedad del conocimiento: implicaciones para América Latina, Documentos de proyectos, CEPAL.

BENDER, J. (2015). Russia's military budget is somehow still growing. Business Insider. Disponible en: http://www.businessinsider.com/russias-military-upgrade-wont-be-stopped-2015-3#ixzz3XIZ0GJNZ

BOOKER, N. (2012) The future of Indian higher education and its impact on research and innovation.

BOUND, K y THORNTON I (2012). Our frugal future: lessons from India's Innovation System. Nesta. Disponible en: https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/our_frugal_future.pdf

CABRERO MENDOZA, E. (2014): "Principales logros y desafíos del Sistema Nacional de Investigadores de México a 30 años de su creación", Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS, vol. 10, nº 28. Disponible en: http://www.revistacts.net/volumen-10-numero-28/296-documentos-cts/645-principales-logros-y-desafios-del-sistema-nacional-de-investigadores-de-mexico-a-30-anos-de-su-creacion.

CALZA, E., CIMOLI, M. y ROVIRA, S. (2010): "Diseño, implementación e institucionalidad de las políticas de Ciencia, Tecnología e Investigación en América Latina y el Caribe", Revista de Trabajo, año 6, número 8. Disponible en: http://www.trabajo.gov.ar/left/estadisticas/descargas/revistaDeTrabajo/2010n08_revistaDeTrabajo/20010n08_a15_eCalza_mCimoli_sRovira.pdf.

CAPES (2011): Plano Nacional De Pós-Graduação (PNPG) 2011-2020. Disponible en: http://www.capes.gov.br/images/stories/download/Livros-PNPG-Volume-I-Mont.pdf.

CAPES (2014): Datos sobre maestrías y doctorados. Disponible en: http://www.capes.gov.br/36-noticias/6908-capes-divulga-resultado-final-da-avaliacao-trienal-2013-apos-analise-de-recursos.

CASALET, M. (2007): Cambios en la gobernabilidad del sector de CyT en México, CEPAL. Disponible en: http://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/5/31425/monicacasalet.pdf.

CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. y SOARES, M. C. (2013): “Sistema Nacional de Innovación de Brasil: Desafíos para la sostenibilidad y el desarrollo incluyente”, en G. Dutrénit y J. Sutz (eds.): Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana. Disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/sistema_de_innovacion.pdf.

CERVANTES, M. and MALKIN, D. (2001) Russia’s Innovation Gap. OECD Observatory.

CHEN, J y YAO, S (2006): “Globalization, Competition and Growth”, Routledge Taylor & Francis Group, London and New York.

CONACYT (2014a): Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación en México 2013. Disponible en: http://www.conacyt.gob.mx/siicyt/index.php/estadisticas/publicaciones/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-y-tecnologia-2002-2011/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2002-2011-b/2414-2013-informe-2013/file.

CONACYT (2014b): Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2014-2018. Disponible en: http://www.conacyt.mx/images/conacyt/PECiTI_2014-2018.pdf.

CORONA, J. M.; DUTRÉNIT, G.; PUCHET, M. y SANTIAGO, F. (2013): “La co-evolución de las políticas de CTI, el sistema de innovación y el entorno institucional en México”, Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo La experiencia latinoamericana. Disponible en: http://www.lalics.org/images/publicaciones/libro_politicas_de_cti.pdf.

DA CUNHA LEMOS, D. y FERRAZ CÁRIO, S. A. (2013): “A Evolução das Políticas de Ciência e Tecnologia no Brasil e a Incorporação da Inovação”, Conferência Internacional LALICS 2013 “Sistemas Nacionais de Inovação e Políticas de CTI para um Desenvolvimento Inclusivo e Sustentável”, 11 e 12 de Novembro, Rio de Janeiro. Disponible en: http://www.redesist.ie.ufrj.br/lalics/papers/20_A_Evolucao_das_Politicas_de_Ciencia_e_Tecnologia_no_Brasil_e_a_Incorporacao_da_Inovacao.pdf.

D'AVIGNON, A. y GROTTERA, C. (2012): “Percepções da economia verde”, Revista Parcerias Estratégicas, vol. 17, nº 35, Brasília. Disponible en: http://www.cgee.org.br/parcerias/parcerias.php.

DE MORAIS, J. M. (2008): “Uma avaliação de programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na Lei de Inovação”, en J. A. De Negri e L. C. Kubota (eds.): Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil. Disponible en: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=5569.

DEZHINA, I. (2014) New Science Policy Measures in Russia: Controversial Observations. Russian Analytical Digest. No. 155. Moscú, Rusia.

DOSSANI, R. y CARNOY, M. (2011). The changing governance of higher education in India. Working Paper. Stanford University. Disponible en: http://iis-db.stanford.edu/pubs/23276/2011Jul18_GovernanceHigherEd_DossaniCarnoy.pdf

DUTRÉNIT, G. (2015): Oportunidades basadas en capacidades construidas: política de innovación para fortalecer la manufactura avanzada mexicana. Disponible en: http://www.cieplan.org/media/publicaciones/archivos/356/Innovacion_el_caso_de_la_manufactura_avanzada_en_Mexico.pdf.
DUTRÉNIT, G.; CAPDEVIELLE, M.; CORONA ALCANTAR, J. M.; PUCHET ANYUL, M.; SANTIAGO, F. y VERA-CRUZ, A. O. (2010): El sistema nacional de innovación mexicano: estructuras, políticas, desempeño y desafíos. Disponible en: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/31982/1/MPRA_paper_31982.pdf.

ERAWATCH (2010): Analytical country report 2010: Brazil. Disponible en: http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/export/sites/default/galleries/generic_files/file_0141.pdf.

FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (2013): Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado. Disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/documentos/iniciativas_estrategicas/programas_iniciativas/manufactura_avanzada.pdf.

GOBIERNO DE LA FEDERACIÓN RUSA (2011). The Strategy of Innovative Development

GOBIERNO DE LA INDIA (2002). Report of the Committee on India Vision 2020. Planning Commission Government of India. Disponible en: http://planningcommission.nic.in/reports/genrep/pl_vsn2020.pdf

GOBIERNO DE LA INDIA (2013). Annual Report 2013-14 Department of Science & Technology. Ministry of Science and Technology. Disponible en: http://www.dst.gov.in/about_us/ar13-14/annual-report-2013-14.pdf

GOKHBERG, L., y V. ROUD (2012). The Russian Federation: A New Innovation Policy for Sustainable Growth.

GUPTA, N; SHIPP, S; NASH, S; JAMES, G. y HEALEY, D (2013). Innovation Policies of Russia. Institute for Defense Analysis. Virginia.

HUANG, C; AMORIM, C; SPINOGLIO, M.; GOUVEIA, B y MEDINA, A. (2004): “Organization, Programme and Structure: an analysis of the Chinese innovation policy framework”, R&D Management, vol. 34, nº 4.

Innovation Scene. 1st ed: American Councils for International Education.

KAPUR, D. (2010). Indian Higher Education, in Clotfelter, C. (ed), American Universities in a Global Market. Chicago, IL: University of Chicago Press.

KOELLER, P. y GORDON, J. L. (2013): “Brazil”, BRICS, The Role of the State. Disponible en: http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/50905/1/IDL-50905.pdf.

LIU, X. y CHENG, P. (2011): “Is China’s Indigenous Strategy compatible with globalization?”, Policy Studies, vol. 61.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2011): Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012–2015. Balanço das Atividades Estruturantes. Disponible en: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA REPÚBLICA POPULAR DE CHINA. Disponible en: http://www.most.gov.cn/eng/.

MINISTERIO DE CIENCIA, INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA DE TURQUÍA. Disponible en: http://www.sanayi.gov.tr/.

MINISTRY OF ECONOMIC DEVELOPMENT (MED). 2011. Russian State Policy for Modernization.

OECD (2011). OECD Reviews of Innovation Policy: Russian Federation 2011. OECD Publishing. Disponible en: http://x.doi.org/10.1787/9789264113138-en

OECD (2013) Russia. Modernising the economy. OECD Publishing. Disponible en: http://www.oecd.org/russia/Russia-Modernising-the-Economy-EN.pdf

OECD (2014): “Turkey”, OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014, OECD Publishing. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2014-78-en. of the Russian Federation for the Period up to 2020.

PEREIRA, N. M. (2005): “Fundos Setoriais: Avaliação das Estratégias de Implementação e Gestão”. Disponible en: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1136.pdf.

PND (2013): Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Disponible en: http://pnd.gob.mx/.

PROMÉXICO (2011): Diseñado en México Mapa de ruta de diseño, ingeniería y manufactura avanzada. Disponible en: http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/MRT-Manufactura-Avanzada.pdf.

RADJOU, N., PRABHU, J. y AHUJA, S. (2012) Jugaad Innovation: Think frugal, be flexible, generate breakthrough growth. New Jersey.

RAMO FERNÁNDEZ, GUILLERMO (2011) El XII Plan Quinquenal de la República Popular China, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Shanghái, Instituto Español de Comercio Exterior.

SALLES-FILHO, S. y BONACELLI, M. B. (2007): "Em busca de um novo modelo para as organizações públicas de pesquisa no Brasil". Disponible en: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252007000400014&script=sci_arttext.

SINGH, K.S., GAMBHIR, A., SOTIROPOULOS, A. y DUCKWORTH, S. (2012) Frugal Innovation. Learning from social entrepreneurs in India. London: SERCO Institute. Disponible en: http://www.serco.com/Images/FrugalInnovation_tcm3-39462.pdf

TOWARDS A MORE INCLUSIVE AND INNOVATIVE INDIA (2011). Creating a Roadmap for a 'Decade of Innovation'. Office of Adviser to the Prime Minister Public Information Infrastructure & Innovations. Strategy Paper. Disponible en: http://innovationcouncilarchive.nic.in/images/stories/report/Innovation_Strategy.pdf

TÜBITAK. Disponible en: http://www.tubitak.gov.tr/.

WILLIAMS, D. (2011). Russia's innovation system: reflection on the past, present and future. Int. J. Transitions and Innovation Systems, Vol. 1, No. 4. University of Huddersfield, Reino Unido.

WILSON CENTER: Brazil's Innovation Policies. Disponible en: http://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Brazil%20Innovation%20Policies%20Final.pdf.

XINEI, Z. y XIANGDONG, Y. (2007): "La reforma del sistema de ciencia y tecnología y su impacto en el Sistema Nacional de Innovación de China", Economía UNAM, vol. 4, nº 11.

ANEXO

Perfiles detallados de los BRICS y otros países en desarrollo

BRASIL

Sistema Institucional

El sistema nacional científico, tecnológico y de innovación en Brasil está formado por una multiplicidad de actores que interactúan en diversos niveles de promoción de la CTI. Entre estos se encuentran los Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación, de Educación, Salud, Desarrollo, Industria y Comercio exterior, Agricultura, Relaciones Exteriores, entre otros.

Así mismo, órganos federales, estatales y municipales de fomento a la investigación científica y tecnológica, como el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES), fundaciones estatales de estímulo a la investigación (FAP), y otras fundaciones. Además, agencias de financiamiento para el desarrollo tecnológico como la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) y el Banco Nacional de Desarrollo (BNDES), entre otros. Hacen también parte del SNCTI instituciones de enseñanza superior, hospitales universitarios y centros de investigación públicos y privados; empresas de porte pequeño, medio (pymes) y porte grande, en diversos sectores, así como asociaciones científicas, tecnológicas, empresariales y organismos no gubernamentales que cuentan con participación de sociedad.

A nivel Federal, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CCT), es el encargado de asesorar a la Presidencia de la República en materia científica, tecnológica y de innovación. Dentro de las principales competencias del CCT se encuentran proponer la Política de Ciencia y Tecnología del país, como fuente y parte integrante de la política nacional de desarrollo así como formular en sincronía con las demás políticas gubernamentales, planos, metas y prioridades nacionales referentes a la Ciencia y Tecnología con instrumentos y recursos específicos. El CCT está constituido por 27 miembros: 13 representantes del Gobierno Federal, 8 representantes de productores y usuarios de CyT y 6 representantes de entidades de carácter nacional de los sectores de enseñanza, investigación, ciencia y tecnología.

Por su parte, el Ministerio de la Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), creado por el Decreto 91.146 de 1985, es el organismo rector del sistema brasileño de ciencia y tecnología. Entre sus áreas de competencia establecidas por el Decreto 5.886 de 2006 se encuentran: elaboración de investigación científica, tecnológica y de innovación; planeamiento, coordinación, supervisión y control de las actividades de ciencia y tecnología; elaboración de políticas de desarrollo de informática y automatización; de la política nacional de bioseguridad, del espacio y

de la energía nuclear así como el control de la exportación de bienes y servicios sensibles.

La estructura organizacional del MCTI cuenta con cuatro órganos de asistencia directa, entre estos la Oficina de Ministros (GABIN); la Secretaría Ejecutiva, responsable de la Subsecretaría de Coordinación de Unidades de Investigación (SCUP), la Subsecretaría de Planeamiento, presupuesto y Administración (SPOA), la oficina de Monitoreo de Asesoramiento y Evaluación de las actividades finales (ASCAV), la Oficina de Coordinación de los Fondos Sectoriales (ASCOF) y de la oficina de recaudación de fondos (ASCAP); la Oficina de Asuntos Internacionales (ASSIN), y la consultoría jurídica.

De otro lado, el MCTI cuenta con cuatro secretarías que actúan como órganos específicos. Éstas son: la Secretaría de políticas y programas de investigación y desarrollo (SEPED), la Secretaría de ciencia y tecnología para la inclusión social (SECIS), la Secretaría de desarrollo tecnológico e innovación (SETEC), y la Secretaría de política informática (SEPIN). Cada una de ellas formula e implementa programas y políticas de acuerdo a sus áreas correspondientes.

A su vez, hacen parte de los órganos colegiados el Consejo Nacional de Control de Experimentación Animal (CONCEA), la Comisión Técnica de Bioseguridad (CTNBio) y la Comisión de Coordinación de actividades de Meteorología, Climatología e Hidrología (CNCH).

Las entidades vinculadas al MCTI son: el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), que tiene como principales atribuciones fomentar la investigación científica y tecnológica e incentivar la formación de investigadores brasileños; la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), que promueve el desarrollo económico y social del país por medio del fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación en empresas, universidades, institutos tecnológicos y otras instituciones públicas y privadas que ejerzan actividades de I+D. Por último, el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FNDCT) el cual apoya actividades de innovación e investigación en empresas e instituciones científicas y tecnológicas (ICTs), así como promueve técnica, administrativa y financieramente los Fondos Sectoriales del país.

La Agencia Espacial Brasileña (AEB), la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), el Centro Nacional de Tecnología Electrónica Avanzada (CEITEC S.A.), Industrias Nucleares Brasileras (INB), Nuclebras Equipamientos Pesados (NUCLEP) y la empresa binacional Brasilera- Ucraniana Alcântara Cyclone Space también son entidades asociadas al MCTI.

Por su parte EMBRAPII (Asociación Brasileña de Investigación e Innovación industrial) es calificada como una Organización Social por el Poder Público Federal desde septiembre de 2013 que contribuye al reconocimiento de las oportunidades de exploración de las sinergias entre instituciones de investigación

tecnológica y empresas industriales, en busca del fortalecimiento de capacidades de innovación brasileñas.

De otro lado, algunos ministerios y entidades adscritas a estos, son responsables de la promoción y ejecución de actividades de CTI. Entre estos:

- La Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES), desempeña un papel fundamental en la expansión y consolidación de formación de recursos humanos, mediante posgrados, maestrías y doctorados en todos los estados de la federación. Hace parte del Ministerio de Educación. Las actividades de Capes pueden ser agrupadas dentro de las siguientes líneas de acción, cada cual desarrollada por un conjunto estructurado de programas: (i) Evaluación de los posgrados;(ii) Promoción del acceso y la difusión de la literatura científica; (iii) Inversión en la formación de RRHH de alto nivel en el país y en el extranjero; (iv) Promoción de la cooperación científica internacional.

- El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES). Empresa pública federal, actualmente es el principal instrumento de financiamiento de largo plazo para la realización de inversiones en todos los segmentos de la economía, con una política que incluye dimensiones sociales, regionales y ambientales. Hace parte del Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior. El apoyo de BNDES se da por medio de financiamiento a proyectos de inversión, adquisición de equipamiento y exportación de bienes y servicios. Además de esto, el Banco actúa en el fortalecimiento de estructuras de capital de empresas privadas y destina financiamiento no reembolsable a proyectos que contribuyan al desarrollo social, cultural y tecnológico. En su planteamiento Corporativo 2009/2014, BNDES eligió a la innovación, el desarrollo local y regional y el desarrollo socioambiental como los aspectos más importantes de fomento económico en el contexto actual y deben ser promovidos y enfatizados en todos los emprendimientos apoyados por el Banco.

- La Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial (ABDI), promueve la ejecución de política industrial, en consonancia con las políticas de ciencia, tecnología e innovación y de comercio exterior. Vinculada al Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior (MDIC), actúa como un nexo entre el sector público y privado, lo que contribuye al desarrollo sostenible del país a través de acciones que incrementen la competitividad de la industria. A su vez, la ABDI se presenta como una entidad de apoyo técnico sistemático a las instancias de articulación y gerenciamiento de la nueva política industrial (Plano Brasil Maior) y como oferta de estudios económicos, estratégicos y tecnológicos para diferentes sectores de la industria. A su vez, el Instituto Nacional de Metrología, Normalización, y Calidad Industrial (INMETRO), el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI) son institutos que hacen parte del MDCI.

- La Empresa Brasilera de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y el Instituto de Tecnología de Alimentos (ITAL) como organismos del Ministerio de Agricultura y Abastecimiento.

- El Centro de Investigaciones y Desarrollo Leopoldo Américo M. de Mello (CENPES- PETROBRAS) y el Centro de Investigación de Energía Eléctrica (CEPEL- ELECTROBRAS), entidades del Ministerio de Minas y Energía;

- La Fundación Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) entidad del Ministerio de Salud.

- El Departamento de Ciencia y Tecnología Aeroespacial (DCTA) y Centro Tecnológico del Ejército (CTEx), organismos del Ministerio de Defensa.

A nivel estatal se encuentran el Instituto de Investigaciones Tecnológicas del Estado de San Pablo (IPT) y la Fundación de Estímulo a la Investigación del Estado de San Pablo (FAPESP) como las agencias de fomento CTI más relevantes.

La FAPESP se destaca como una de las principales agencias de fomento a la investigación científica y tecnológica del país. Está vinculada a la Secretaría de Desarrollo Económico, de Ciencia, Innovación y Tecnología del Gobierno del Estado de San Pablo, pero según la ley, cuenta con autonomía propia para su funcionamiento. Con un presupuesto anual correspondiente al 1% del total de ingresos tributarios del gobierno, la FAPESP apoya la investigación y fondos de investigación, intercambio y difusión de la ciencia y tecnología producida en San Pablo.

Tanto el IPT como la FASEP hacen parte del Consejo Nacional de Fundaciones de Estímulo a la Investigación (CONFAP) junto a fundaciones de 24 Estados del país. Creado en 2006, el Consejo tiene por objetivo mejorar la articulación de intereses de las agencias estatales de fomento a la investigación.
De otro lado, se encuentra el Consejo Nacional de Secretarios Estatales para Asuntos de CTI- CONSECTI. Es una entidad privada fundada en 2005 con la finalidad de representar las Secretarías de Ciencia, Tecnología e Innovación así como órganos homólogos en los Estados y a nivel Federal. El CONSECTI tiene por misión coordinar y articular los intereses comunes de las Secretarías Estatales de CTI y contribuir a la mejora de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, entre otros.

Dentro de las unidades de investigación y las organizaciones sociales vinculadas al del MCTI se encuentran: el Instituto Nacional de Investigación de la Amazonía (INPA); el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE); el Instituto Nacional de Tecnología (INT); el Instituto Nacional para el Semi-Árido (INSA); el Instituto Brasileño de información en Ciencia y Tecnología (IBICT); el Centro de Tecnología de la Información Renato Archer (CTI); el Centro Brasileño de

Investigaciones Físicas (CBPF); el Centro de Tecnología Mineral (CETEM); el Laboratorio Nacional de Astrofísica (LNA); el Laboratorio Nacional de computación Científica (LNCC); el Museo de Astronomía y Ciencias afines (MAST); el Museo Paraense Emílio Goeldi (MPEG); el Observatorio Nacional (ON); el Centro de Gestión de Estudios Estratégicos (CGEE); el Centro de Tecnologías Estratégicas del Nordeste (CETENE); el Instituto Nacional de Matemática Pura y Aplicada (IMPA); el Centro Nacional de investigación en Energía y Materiales (CNPEM); la Red Nacional de Enseñanza e Investigación (RNP) y el Instituto de Desarrollo Sustentable Mamirauá (IDSM).

Universidades y centros de investigación

El sistema de educación superior brasileño es uno de los sistemas educativos más tardíos para institucionalizarse en América Latina. La primera universidad pública, la Universidad de Río de Janeiro, se constituye solo hasta 1920 y a partir de esto, empieza una serie de reformas institucionales en todo el país que llevaron a que en la década de 1960, se diera paso a la formulación de la Ley de Directrices y Bases de la Educación donde se estipuló el carácter autónomo de la universidad, la necesidad de la investigación, la diferencia entre universidad pública y privada, entre otras.

A partir de esto, se ha estructurado el sistema en varios tipos de instituciones y ofertas educativas. Actualmente, el sistema está compuesto por 2391 instituciones científicas y tecnológicas de las cuales, 195 son universidades, 140 son Centros Universitarios, 2016 son Facultades y 40 son Institutos y Centros Federales de educación tecnológica. Estas instituciones comprenden alrededor de 3.337 programas de posgrado, 5.082 cursos siendo 2.893 cursos de maestría, 1.792 de doctorado y 397 de maestría profesional (CAPES, 2013). Según datos de CNPq, en 2014 Brasil contó con un total de 188.446 Doctores y 329.668 Magísteres (CNPq, 2015).

En su gran mayoría las instituciones se dedican a la enseñanza en grandes áreas de conocimiento como las ciencias exactas y de la tierra, ciencias biológicas, ingenierías, ciencias de la salud, ciencias agrarias, ciencias sociales aplicadas, ciencias humanas, lingüística, letras y artes y ciertas áreas multidisciplinares. Solo en casos muy concretos, estas instituciones se dedican a la investigación y especialización de recursos humanos de alto nivel.

El sistema de educación superior en Brasil es un sistema de educación privado, en el que predominan instituciones con fines lucrativos. Según Barreyro y Oliveira (2015), en 2012 existían 7 millones 58 mil 84 estudiantes en las carreras de grado, de los cuales 5 millones 140 mil 312 hacían parte de instituciones privadas.

De las 195 universidades mencionadas, 108 son públicas, entre las que se destacan universidades como la Universidad de San Pablo, la Universidad Federal de Río de Janeiro, la Universidad Estatal de Campinas y la Universidad Federal de Río Grande do Sul, reconocidas a nivel mundial por su capital intelectual, el alto nivel de sus investigaciones y su producción tecnológica medida en patentes.

Considerando que la formación de recursos humanos altamente calificados es fundamental para la generación de nuevo conocimiento, el Ministerio de Educación, CAPES y CNPQ han puesto en marcha diversos programas dirigidos a ampliar y democratizar el acceso a la educación superior de calidad, aumentando los cursos de grado y posgrado, las vacantes en las universidades federales, redefiniendo las formas de ingreso- que generalmente se realiza por medio de un examen de ingreso-, democratizando el acceso a universidades privadas, reformulando la evaluación de cursos e instituciones, así como desarrollando instrumentos de regulación y supervisión. Asimismo, han intensificado los procesos de investigación, internacionalización de la educación superior y movilidad académica.

En este sentido, el Ministerio de Educación plantea los siguientes planes y programas para la educación superior:

- **Programa Nacional de Asistecia Estudiantil (Pnaes):** Su objetivo es expandir y democratizar las condiciones de acceso y permanencia de los jóvenes en la educación superior pública federal.

- **Programa Incluir:** Tiene por objetivo fomentar la creación de núcleos de accesibilidad en las universidades federales que garanticen la inclusión de personas con deficiencias en la vida académica.

- **Programa de Extensión Uiversitaria (ProExt):** Programa de cualificación académica. Esta iniciativa abarca programas y proyectos de extensión universitaria orientadas a la promoción de políticas públicas y al fortalecimiento de la institucionalización de la extensión en el ámbito de las Instituciones de Educación Superior- IES.

- **Programa de Desarrollo Académico Abdias Nascimento:** En 2013 se pone en marcha este programa que atiende el intercambio de estudiantes negros, indígenas y personas con discapacidad, trastornos generalizados del desarrollo y altas habilidades matriculados en la educación superior. El programa ofrece experiencias educativas en la ciencia, la tecnología, la innovación y la formación de los docentes, con el fin de complementar la formación de estos estudiantes.

- **Programa Ciencia Sin Fronteras (CsF):** Para el MEC, este programa es un instrumento estratégico de cooperación internacional y de gran impacto en el desarrollo de la educación, la ciencia y la tecnología de Brasil. A través de este programa se otorgan becas de estudio en miras a la formación de profesionales

brasileños con calidad, fomentando el emprendedorismo y la competitividad en el sector productivo, en un contexto de apoyo al desarrollo tecnológico y de innovación del país.

A su vez, CAPES por medio de su Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG)-CAPES 2011-2020 han definido como áreas estratégicas para la investigación del país las siguientes áreas: energía; crecimiento poblacional de las metrópolis; preservación del medio ambiente; defensa, monitoreo y control del espacio aéreo y de las fronteras terrestres y marítimas; desarrollo de transporte eficiente de personas y cargas; ampliación y mejora de producción de alimentos; monitoreo y prevención de fenómenos meteorológicos extremos; uso y preservación de recursos hídricos; exploración sustentable de la biodiversidad; y desarrollo de productos y servicios en las áreas de poco desarrollo en Brasil (PNPG 2010-2020).

En general, el Ministerio de Educación junto a CAPES y CNPq se han encargado de financiar la educación en Brasil por medio de becas de formación en todos los niveles, becas de investigación y subsidios para la incorporación de doctores en pymes y empresas en todo el país. Esto último, debido a la poca interacción existente entre las universidades e institutos de investigación con las empresas públicas y privadas del país, producto de la desconexión entre las actividades académicas de los investigadores y las actividades relacionadas con la comercialización y la innovación, lo cual los ha llevado a colaborar con la industria en proyectos a corto plazo de consultoría y formación, y no de colaboración a largo plazo (PNPG-2010-2020, Wilson Center, 2013).

Como resultado, la transición de la tecnología y los resultados de I+D de los institutos públicos de investigación es limitada, ya que ninguna de las partes está incentivada a hacerlo, y las políticas que exigen el establecimiento de oficinas de transferencia de tecnología en las universidades no han tenido mucho éxito hasta ahora en la reducción de esta brecha (Wilson Center, 2013). En este sentido, se financia la creación de redes y polos de transferencia tecnológica que logren generar entramados de conocimiento y producción cerca de las universidades y a empresas importantes de cada región.

Plan Nacional de Posgrado (PNPG)- CAPES 2011-2020

El Plan Nacional de Posgrado, plantea las estrategias fundamentales que debe asumir el SNPG frente a la necesidad que tiene el país de personal altamente calificado para cumplir sus propósitos de entrar a ser parte de una de las economías más importantes del mundo. Para esto, se propone aumentar la interacción entre los agentes del sistema así como entre las diversas disciplinas, en busca de modelos y metodologías interdisciplinarios que aborden y entiendan los asuntos estratégicos nacionales de manera más completa y profunda.

El SNPG debe considerar nuevas modalidades de interacción entre universidades y sociedad, mediante la atenuación de la distancia temporal entre la producción de

conocimiento y su apropiación pública, y a través de la creación de agendas compartidas entre diversos órganos contando con la participación de instituciones universitarias en la formulación e implementación de las metas nacionales de desarrollo.

Se espera que el SNPG de mayor flexibilidad a la evaluación así como a la diversidad de planes curriculares en miras a una formación de conocimiento más acorde al ya existente, incentivando la implementación y expansión de programas de formación multi, inter y transdisciplinar que generen nuevas formas de organización y asociación más allá de los límites disciplinarios. Para esto, el Plan Nacional de Posgrado plantea que los programas, especializaciones y líneas de investigación promuevan la convergencia de temas y problemas y no solo la agregación o yuxtaposición de estos y en el mismo orden, que los investigadores tengan manejo disciplinar y formación diversificada, flexibilización curricular, entre otros elementos.

Para Brasil, la asimetría existente entre las regiones y la formación de recursos humanos e investigación debe combatirse mediante el reconocimiento de necesidades, problemáticas y líneas a desarrollar mediante producción científica y tecnológica para cada territorio. Por tanto, los centros de enseñanza brasileños deberán tener garantizada su capacidad de producción de conocimiento, tecnologías e innovación para el desarrollo de la nación, actuando inclusive como promotores de la consolidación de grupos emergentes alineados con las vocaciones que surjan de las meso regiones brasileñas.

En este sentido, se esperaría que no sólo se atiendan las grandes necesidades de las regiones, si no también, se direccionen los esfuerzos hacia áreas particulares que apuntan a un desarrollo deseable en el país. Entre estas áreas se encuentra: energía; crecimiento poblacional de las metrópolis; preservación del medio ambiente; defensa, monitoreo y control del espacio aéreo y de las fronteras terrestres y marítimas; desarrollo de transporte eficiente de personas y cargas; ampliación y mejora de producción de alimentos; monitoreo y prevención de fenómenos meteorológicos extremos; uso y preservación de recursos hídricos; exploración sustentable de la biodiversidad; y desarrollo de productos y servicios en las áreas de poco desarrollo en Brasil (PNPG 2010-2020).

Financiamiento del Posgrado en Brasil

En Brasil, la ciencia básica es realizada generalmente por las universidades públicas, en su mayoría universidades federales y estatales, instituciones de educación superior y centros de investigación- ICT. La mayoría de estas instituciones es financiada directamente por el Estado brasileño que permanece como un actor relevante tanto en la producción como en el fomento del desarrollo científico y tecnológico.

Las inversiones directas hechas a nivel posgrado son en su mayoría provenientes de órganos de fomento federales, como CAPES y CNPq, que han estimulado la

formación de magísteres, doctores y, han consolidado las actividades de investigación científica brasileña de forma continua y consistente. Esos recursos son complementados por las Fundaciones de Estímulo a la Investigación (FAPs), que amplían las condiciones de crecimiento de producción científica nacional.

- **Financiamiento de CAPES:** Tiene como principal función financiar el posgrado en Brasil y en el exterior. No obstante, a partir de la Ley 11.502 de 2007, reestructuró sus atribuciones institucionales y amplió su actuación, pasando a fomentar también la formación inicial y continua de profesionales del magisterio, para la mejora de la calidad de la enseñanza básica.

  Los incentivos de CAPES se dan a través de becas de estudio cuyo desembolso generalmente es de 70% destinado a mensualidades y 30% a fomento en forma de subsidios vinculados a las becas, como pasajes, impuestos académicos y subsidios de investigación. Las becas entregadas por CAPES son destinadas a estudios de maestría, doctorado, doctorado sándwich y post-doctorado. Así mismo, se da apoyo a programas de posgrado por medio de transferencias directas de recursos financieros a las universidades asociadas. Las acciones de la institución por un periodo largo consistieron en financiar las demandas provenientes directamente de la comunidad académica y de los programas de posgrado. Sin embargo en los últimos años sus acciones han sido dirigidas a acciones inductivas, cuyo objetivo es el desarrollo de proyectos con formación de recursos humanos en áreas consideradas estratégicas para el gobierno, en términos de desarrollo económico, científico y tecnológico y de seguridad nacional.

- **Financiamiento de CNPq:** En el ejercicio de sus funciones, el CNPq actúa por medio de tres mecanismos y dos instrumentos básicos. Los mecanismos son: el calendario anual de actividades; la competencia por medio de ediciones; y las acciones especiales que comprenden convenios y asociaciones. Los instrumentos son las becas y los subsidios financieros. Las becas son destinadas a la formación y capacitación de recursos humanos, además de incentivar proyectos en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, as becas apoyan a estudiantes de enseñanza básica, media, superior, jóvenes investigadores, maestrandos y doctorandos así como a investigadores consolidados y con productividad científica. Los subsidios financian, parcial o integralmente, la ejecución de proyectos de investigación, contribuyendo al mantenimiento de infraestructura de investigación de las instituciones.

  De otro lado, el CNPq actuando como agente de fomento, financia programas y redes de investigación en diversas áreas de conocimiento y sectores de actividades. Aparte de ofrecer financiamiento a investigadores, apoya eventos científicos, grupos de investigación de alta competencia, desarrollos científicos regionales, entre otros en asociación con diversas agencias de financiamiento a nivel estadual y federal.

Transferencia tecnológica Universidad - Empresa

Actualmente Brasil es uno de los países que presenta buenos indicadores en materia de educación y posgrado, medidos con respecto a publicaciones en revistas internacionales, doctorados y maestrías, números de instituciones de investigación, número de posgrados, entre otros. No obstante esto, aún hoy el sistema de innovación del país presenta fuertes asimetrías que pueden ser representados en el hecho de que los logros mencionados se confrontan con otros índices más débiles en el área tecnológica y en la relación con actividades de I+D del sector privado.

Más allá de los logros alcanzados con las reformas estructurales y políticas en el campo educativo, es posible dar cuenta que cuanto más exitosa resultaba la estructuración de posgrados, más dependientes quedaban de este sistema, reforzando su dimensión ofertista y poca capacidad de demanda. El fortalecimiento de calificación de personal y de generación de investigación académica desde su origen no estuvo acompañada por el fortalecimiento de una estructura orientada al desarrollo tecnológico del sector empresarial (Pachecho, 2014).

Esto último dio cuenta de la fragilidad del modelo educativo y la debilidad de las políticas científicas y tecnológicas, que apuntaron más al abordaje académico debido a varias circunstancias, entre estas, el éxito del posgrado universitario que creó una clientela para los recursos públicos y una fuerte presión sobre el destino de los fondos así como una institucionalidad, instrumentos y políticas de soporte a las actividades de I+D empresarial que siguieron en el camino de estas políticas de apoyo a la actividad académica y no en el terreno de la política económica (Pachecho, 2014).

Los avances más representativos en términos de capacitación tecnológica local fueron alcanzados en los sectores estatales, principalmente en las áreas de petróleos, minas, telecomunicaciones y aeronáutica, contrarrestando con los avances de las empresas de capital nacional que se basaron en transferencia de tecnología, importación de máquinas y equipos, más no en procesos de innovación impulsados por actividades de I+D. Esto último, generó en el país ausencia de cultura de innovación por parte de las empresas y el hecho que las instituciones de ciencia y tecnología estuvieran enfocadas en procesos de construcción de conocimiento y formación de recursos de manera tradicional, causó que la articulación entre estas instituciones y las empresas se viera perjudicada. Los investigadores académicos están desconectados de las actividades relacionadas con la comercialización y la innovación, y por lo general colaboran con la industria sobre proyectos a corto plazo de consultoría y formación, y no de colaboración a largo plazo (PNPG-2010-2020, Wilson Center, 2013).

Como resultado, la transición de la tecnología y los resultados de I+D de los institutos públicos de investigación es limitada, ya que ninguna de las partes está incentivada a hacerlo, y las políticas que exigen el establecimiento de oficinas de transferencia de tecnología en las universidades no han tenido mucho éxito hasta ahora en la reducción de esta brecha (Wilson Center, 2013).

En esta medida, para el Plan Nacional de Posgrado PNPG 2010- 2020, las asociaciones entre universidad y empresa deben enriquecer el proyecto académico al mismo tiempo en que se contribuyen a la innovación. La universidad debe participar en los procesos de innovación del país, en la medida que aporta y facilita el abordaje teórico y práctico que estos procesos requieren. Así mismo, el carácter interdisciplinar de la innovación, demanda de personal altamente calificado, que contribuya a la diversificación del conocimiento logrando ser aplicado a segmentos económicos y sociales del país y que aporte no sólo a la sustentabilidad de la política CTI sino también a vencer los grandes cuellos de botella del sistema educativo.

Algunas de las directrices que propone el PNPG 2010-2020 para cumplir con estos objetivos son:

- Integración de política CTI a la política Industrial para que las empresas sean estimuladas a incorporar la innovación en el proceso productivo como una de las formas más eficientes de aumentar la competitividad global.
- Apoyo al mantenimiento de las patentes universitarias depositadas como incentivo a la promoción de interacción universidad-empresa.
- Estímulo a la formación en propiedad intelectual, innovación tecnológica y emprendedorismo, abriendo nuevas perspectivas para el país, con incentivo para la co-participación de empresas en líneas de investigación científica y tecnológica de larga duración.
- Estímulo a actividades de investigación en las empresas, fomentando y/o induciendo a la creación de cursos de posgrado y favoreciendo mayor absorción de magíster y doctores en las empresas.
- Ampliación sustancial del posgrado brasileño con énfasis en las áreas tecnológicas e ingenierías: el déficit es grande en estas áreas y debidamente estimuladas ellas podrían contribuir de manera estratégica para el desarrollo de sectores energético, de telecomunicaciones, automotriz, petroquímico y químico, farmacéutico, odontológico y médico clínico, siderúrgico, aeronáutico, de electrodomésticos, agronegocios, alimentos y textiles, entre otros.
- Apoyo a iniciativas de programas de posgrado que contemplen una mejor integración entre universidades, gobierno y empresas, por medio de la construcción de redes de producción de conocimiento, basadas en la interdisciplinariedad, la aplicabilidad y la responsabilidad social de conocimiento, con políticas inductoras para la investigación en tecnologías sociales y vinculadas a la sustentabilidad.

Ante esto, las agencias de financiamiento generan diversos mecanismos e instrumentos de apoyo a la asociación entre sector productivo y academia. Por ejemplo, CNPq mantiene importantes acciones que promueven dicha asociación en miras al desarrollo de nuevas tecnologías. Por tanto, presenta programas que financian a las empresas, redes corporativas, proyectos y procesos innovadores en el área de tecnología e innovación. Muchos de estos programas apoyan a las empresas para que profesionales calificados se integren a sus equipos de investigación, se financian redes cooperativas, proyectos y procesos innovadores en nuevas tecnologías como biotecnología y nanotecnología, entre otros.

Por su parte, el MEC y CAPES incentivan la creación y establecimiento de polos de innovación que tienen como objetivo promover el aumento de competitividad y de la productividad del parque industrial nacional para el desarrollo de investigación aplicada. Se apoya una fuerte relación entre académicos, estudiantes, profesionales de la industria e investigadores del país a que ejecuten proyectos de I+D e innovación en la medida que se instalan laboratorios de investigación aplicada en los *campus* de las universidades federales.

Esto se lleva a cabo de acuerdo a la agenda del gobierno federal para fomentar la innovación y actualización de la industria nacional. “Los polos van a actuar en la capacitación de proyectos de innovación, incremento tecnológico, desarrollo de proyectos con potencial de mercado y la cualificación de recursos humanos para las industrias e instituciones de ciencia y tecnología. Se tendrá un saldo de calidad en el desarrollo de nuevos productos y en la oferta de mano de obra calificada” (Capes, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2014).

Centros e Institutos de Investigación.

En la actualidad, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, dispone de una estructura organizacional diversificada mediante un conjunto de instituciones dedicadas a atender las demandas del país en términos de conocimiento, investigación e innovación. Existen 14 organizaciones denominadas Unidades de Investigación, supervisadas como en el caso de las Organizaciones sociales de CTI, 5 en total, y las unidades vinculadas, también 5, que realizan investigación científica y tecnológica de las más diversas áreas del conocimiento, así como investigaciones prácticas y objetivas que promueven la transferencia de conocimiento producido a toda la sociedad brasileña (MCTI, 2010; Steiner, 2005).

No obstante, pese a los esfuerzos de descentralización generados por las nuevas políticas científicas y tecnológicas del país, la investigación y el sistema de investigación continúan centralizados en términos de ejecución en dos estados: San Pablo y Río de Janeiro. En estos, se encuentra una variedad de institutos de investigación del gobierno, universidades de renombre como la Universidad Federal de Río de Janeiro, Universidad de San Pablo y la Universidad de Campinas y empresas públicas de gran importancia como Petrobras, ubicada en Río de Janeiro.

Esto ha repercutido en que por un lado, el sistema de investigación sea un sistema eficaz, con altos incentivos, tanto federales como estatales pero desarrollado en una estructura asimétrica geográficamente, en productividad y en ejecución de la investigación. Así mismo, el sistema de innovación, estructurado bajo la conducción de la Ley de Innovación, todavía presenta elementos de quiebre como ocurre con la pequeña cantidad de redes con participación de la industria, una investigación débil en el sector privado y de las empresas y con incentivos y alcances gubernamentales limitados (Erawatch, 2011).

Historia del sistema nacional científico, tecnológico y de innovación de Brasil.

Desde la época de la colonia en Brasil fue bastante complejo desarrollar capacidades locales. Las políticas de la corona portuguesa impidieron que en el país se estableciera cualquier tipo de actividad de producción, intercambio comercial, así como cualquier actividad académica y de investigación. Por esta razón, el proceso histórico y social de Brasil tuvo demoras en la creación de instituciones de formación e investigación, en comparación con el resto de los países de la región y sólo fue hasta el Siglo XIX y primera mitad del Siglo XX que se crearon instituciones de este tipo, enfocadas a las dos grandes áreas en las que se ha especializado el país, ciencias de la salud y agricultura. No obstante, la institucionalización de estas instituciones fue dada solo después de la segunda guerra mundial, al tener Brasil que enfrentarse a procesos de industrialización que así lo demandaban (Cassiolato et al, 2013).

En este contexto de posguerra, el Estado brasileño intensificó su rol de control y se centró en proponer y ejecutar políticas de desarrollo basadas en el modelo de industrialización, bajo la idea de sustitución de importaciones, que tuvo como premisa el establecimiento de infraestructura científica y tecnológica que requería empresas estatales con fuerte participación de capital y tecnología extranjero así como creación de producción directa de insumos necesarios para promover dicha industrialización (Cassiolato et al, 2013; Koeller y Gordon, 2013).

De esta manera, la estructura industrial del país se consolidó de acuerdo a estrategias estatales de protección, fomento y regulación que le permitieron tener al país un alto grado de integración intersectorial y diversificación de los productos. En particular, sectores como el de la industria química y metalmecánica fueron los que mayor peso tuvieron en la producción industrial durante la década de 1970 y 1980.

En este sentido, Brasil apunto a la creación de una sólida estructura científica y tecnológica, y por esta razón, a partir del establecimiento de las instituciones de educación superior e investigación, planteó la necesidad de articular esfuerzos hacia la integración de la investigación hacia el sector productivo. Así, se crearon algunas de las instituciones y organismos más destacados para lograr este

objetivo; entre estos: el Consejo Nacional de Investigación (CNPq) creado en 1950; el Fondo Nacional Tecno Científico (FUNTEC) creado en 1964; el Banco Nacional de Desarrollo (BNDES) creado en 1952 y; la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) creada en 1964. A nivel organizacional se crea en 1953 la Compañía de Petróleo Brasileña (Petrobras); en 1954 el Centro Técnico Aeroespacial (CTA, que daría paso en 1969 a Empresa Brasileña de Aeronáutica S.A- Embraer); en 1961 el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE); y en 1973 la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA).

Sin embargo, los esfuerzos realizados para fortalecer la estructura científica y tecnológica no fueron suficientes y por esta razón, diversas fueron las críticas hechas a un sistema como el brasileño que permaneció cerrado por mucho tiempo, bajo mecanismos proteccionistas de la economía en detrimento de la competitividad internacional (Keoller y Gordon, 2013), con pocos incentivos a la innovación y a las actividades de I+D por parte de las empresas así como con falta de generación de vínculos entre estas y las universidades (Cassiolato et al, 2013). Las empresas para esta época preferían adquirir tecnologías listas para implementar en sus negocios por lo cual, se introdujeron tecnologías desfasadas que eran adquiridas como paquete cerrado, a bajo costo (CAPES, 2011).

Ante este contexto de crisis económica y política vivida en este periodo, contando de por sí con una dictadura militar de más de 20 años, el país se plantea generar cambios profundos en toda la estructura social repercutiendo también en la ciencia y la tecnología. Hacia 1985 se crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), considerando que hasta este periodo, el responsable del sistema había sido el CNPq, lo que condujo a que ya no solo sean atendidas cuestiones de ciencia y tecnología del país sino también, que por primera vez en la agenda política, sea tenida en cuenta la innovación. Por esta razón, se proponen programas de apoyo en áreas como biotecnología, tecnologías de la información y materiales avanzados.

No obstante, hacia finales de 1980, el Ministerio de Ciencia y Tecnología pasa a ser Secretaría Especial de Ciencia y Tecnología influyendo en la reducción de recursos destinados al sector científico y tecnológico lo que generó fuertes crisis dentro del sistema. Este hecho condujo a que la política industrial y científica pasara a un segundo plano y por esto la infraestructura científica y la creación de capacidades tecnológicas y de innovación se dejó en las manos del mercado (Cassiolato et al, 2013). Solo es hasta 1992 que el Ministerio retoma su carácter ministerial y así se mantiene hasta hoy día.

Durante la década de 1990, Brasil abre su mercado permitiendo inversiones de capital extranjero y tratados de libre comercio que incitaron aún más a que el gobierno federal reconociera la importancia de la innovación para el crecimiento económico. Sin embargo, durante esta época, el poder del Estado en la toma de decisiones económicas y científico tecnológicas del país se redujo considerablemente lo que llevó a que las dinámicas y el marco institucional se promovieran a través de la descentralización y flexibilización del mercado

apoyando planes y programas que incentivaron la importación de bienes extranjeros pero muy poco a la innovación propia de las empresas locales (Da Cunha y Ferroz, 2013).

Cuando el MCT retoma su carácter de ente rector del sistema científico y tecnológico, se evidencian algunas reformas con respecto a los incentivos para este campo, siendo hasta la segunda presidencia de Fernando Henrique Cardoso (1999- 2002) donde realmente se empiezan a observar cambios en política y gestión con respecto al apoyo científico, tecnológico y de I+D. A partir de 1999 el énfasis del gobierno sobre la ciencia y tecnología pasa a incorporar políticas de incentivo a la innovación con la creación de mecanismos de fomento para aumentar los recursos de I+D y permitir la concreción de proyectos de innovación tecnológica (Da Cunha y Ferroz, 2013). Se establece un nuevo marco jurídico e institucional para la creación de los Fondos Sectoriales, representando una innovación institucional en el financiamiento de las actividades de ciencia y tecnología en el país, en busca de estabilidad en la inversión, reorientación de la agenda de desarrollo en apoyo a la innovación empresarial consolidando un flujo regular de recursos para investigación científica. (Arruda; Velmulm; Hollanda, 2006; Felipe; Pinheiro; Rapini, 2011 en Da Cunha y Ferroz, 2013).

En esta lógica, los esfuerzos continuaron para que la interacción entre el sistema productivo y sistema científico y tecnológico se institucionalizara y por esto, se establecieron durante la presidencia de Lula (2003- 2010) diversas reformas que apuntaron a políticas de fomento y avances en industria y ciencia y tecnología. Entre estas, la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCT&I- en portugués), formada por un eje estructurante y horizontal (Expansión, Consolidación, e Integración del Sistema Nacional de CTI) y por tres ejes estratégicos, entre ellos, la Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior (PICTE). A partir de esta política, se logró que las empresas fijaran el fomento y la promoción de la innovación como una prioridad. Desde este periodo, el Estado brasileño retomó un papel fundamental en la promoción de la ciencia y tecnología, considerando la relevancia de los procesos de innovación para el crecimiento económico. Por esta razón, se han venido creando instrumentos operacionales y normativos que repercuten en la definición de políticas, leyes y en la creación de nuevos agentes y órganos del sistema, en fomento de su articulación para el desarrollo. Así mismo, el gobierno federal aumentó en gran medida los recursos dirigidos a ciencia y tecnología. (Keoller y Gordon, 2013; Da Cunha y Ferroz, 2013).

Dentro de las novedades en materia normativa, se encuentra el establecimiento de la Ley de Innovación (11.973/04), la Ley de reglamento a asociaciones público y privado para la licitación de contratación en el ámbito de la administración pública (11.079/04) y la Ley de Bienes (11.196/05).

Junto a otros mecanismos legales y de planificación como el Plan de Acción en CTI (PACTI), se estimuló a que las acciones de ampliación de capacidades de producción científicas se llevaran a cabo a nivel federal y estatal, por tanto se

comprometió a que los gobiernos estatales generaran inversiones en la ejecución de acciones relacionadas al desarrollo de CTI y aumento de conciencia del sector empresarial de la importancia de la innovación y de la inversión privada en I+D como estrategia de competitividad (MCT, 2010).

Durante el primer gobierno de Dilma Rousseff se continuó con el PACTI por medio de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012- 2015 (ENCTI) que además de seguir apuntando a los esfuerzos propuestos por el PACTI, pretendía articularse con la Política Industrial Brasileña (PICTE), con la Política de Desarrollo Productivo (PDP) y con el Plan Brasil Mayor (PBM) lanzado en agosto de 2011, además de establecer relación con el Plan de Desarrollo de Educación (PDE), y otros planes. (MCTI, 2012).

En el año 2011 el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) pasa a llamarse Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), que se configura como una elección estratégica, construida a partir de la participación directa y activa de los organismos, institutos de investigación, empresas y organizaciones vinculadas al MCTI (MCTI, 2012)

Fomento a la Innovación:
En Brasil, la década del 2000 marca una nueva perspectiva con respecto a la ciencia y la tecnología y la estructura productiva; el tema de la innovación se establece definitivamente en la agenda política, intensificando en el sistema incentivos a la investigación, recursos humanos altamente calificados, modernización del marco regulatorio y apoyo a las sinergias y redes de los diferentes actores partícipes de este proceso. Se trata por tanto, de un nuevo momento, con números crecientes (recursos humanos, formación de competencias, proliferación de grupos de investigación, programas de posgraduación, dentro de otros números). Es también un momento en que, coherentemente, aumenta la diversidad de temas que se relacionan con CTI. (Salles-Filho y Bonacelli, 2007).

Lineamientos de política en la actualidad.
Las políticas de innovación se conciben como estrategias concentradas en apoyar la modernización de la infraestructura en el sector de la ciencia y la tecnología en el país y en promover asociaciones entre las instituciones y empresas científicas y tecnológicas. El Ministerio formó su estrategia con base en tres pilares principales (i) los incentivos para el desarrollo tecnológico y la innovación de las empresas (ii) los incentivos para la creación de nueva infraestructura tecnológica y (iii) los incentivos para las empresas tecnológicas recién establecidas (stat-ups).(Koeller y Gordon, 2013 en Cassiolato et al, 2013)

Estas políticas generaron un entendimiento de nuevos esquemas de financiamiento con los fondos sectoriales reconstruyendo la capacidad de financiamiento del gobierno federal y de los gobiernos estatales en actividades científicas y tecnológicas.

En la actualidad, se mantienen lineamientos de políticas establecidas durante la década del 2000 y cabe señalar algunas de estas y sus objetivos.

- La Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior (PICTE): planteó reducir las restricciones externas del país y equiparar el desarrollo de las tareas clave que permitan generar capacidades en Brasil para aumentar su competitividad en el escenario internacional. Sus acciones se estructuraron en función de tres ejes: (a) Líneas de acción horizontales (i) innovación y desarrollo tecnológico, (ii) inserción internacional, (iii) modernización industrial (iv) capacidad de producción a escala; (b) Opciones estratégicas: (i) Semiconductores, (ii) Software, (iii) bienes de capital, (iv) productos farmacéuticos y medicamentos; (c) Actividades con perspectivas de futuro: (i) Biotecnología, (ii) nanotecnología, (iii) Biomasa / energías renovables (Koeller y Gordon, 2013).

- La Política de Desarrollo de la Producción (PDP) buscó ampliar las capacidades de suministro; mantener la solidez de la balanza de pagos; mejorar la capacidad de innovación; y fortalecer las micro y pequeñas empresas (PYME). La política propuso cuatro macro- objetivos: (i) Expansión de inversión fija, (ii) Aumento del gasto privado de I+D, (iii) Expansión de las exportaciones y (iv) Estímulo a las Pymes.

Para lograr esto, el gobierno definió 25 sectores prioritarios divididos en tres áreas principales: programas para avanzar en áreas estratégicas; programas para el fortalecimiento de la competitividad; programas para consolidar y reforzar el liderazgo.

Para cada una de estos, los mecanismos de política disponibles han sido identificados, y se clasifican de acuerdo a cuatro tipos: mecanismos de incentivo: crédito y financiación, capital riesgo e incentivos fiscales; poder adquisitivo gubernamental: compras por parte del gobierno y de las empresas estatales; mecanismos de regulación: técnica en salud pública, económica, y la regulación de la competencia; y apoyo técnico: certificación y metrología, promoción del comercio, gestión de la propiedad intelectual, empresarial y capacitación de recursos humanos, la coordinación intra- gubernamental y enlace con el sector privado (Koeller y Gordon, 2013).

Se ha dado mayor representatividad a las políticas industriales en interrelación con las políticas científicas, tecnológicas y de innovación. Con el establecimiento de la Ley de los Bienes y la Ley de Innovación, se establecieron mecanismos para el financiamiento de las actividades de innovación, mediante ayudas económicas para la industria y la reducción de intereses por préstamos de instituciones públicas, así como la reestructuración de los incentivos fiscales para la I+D e innovación (Cassiolato et al, 2013).

La PDP, se basa en una visión sistémica del sistema en la que se generan interacciones en áreas de la estructura de producción e interdependiente de otros

ministerios y agencias del sistema gubernamental. Por esto, se llevaron a cabo relaciones con diversos programas y políticas como con el Programa de Crecimiento Acelerado en Ciencia, Tecnología e Innovación (PAC de Ciencia) de 2007, generada con el objetivo de superar los "cuellos de botella" de la infraestructura; el Plan de Acción para la Ciencia, Tecnología e Innovación (PACTI) y otros planes de diversos ministerios (Koeller y Gordon, 2013 y Cassiolato et al, 2013).

Actualmente se le ha dado mayor relevancia a la política social y la lucha contra la desigualdad por tanto, la dimensión social de la innovación se ha ido incorporando gradualmente a la agenda CTI de Brasil (Cassiolato et al, 2013).

No obstante, diversas son las críticas que han tenido estas políticas, tanto en la formulación como en la ejecución. Sobre todo, se hace énfasis en la forma en que los instrumentos de política son aplicados y la falta de coordinación que existe entre estos. Los mecanismos creados para promover la innovación en las empresas todavía tiende a apoyar actividades de I+D, dejando de lado otras actividades de innovación.

Los instrumentos se crean sin considerar la heterogeneidad de la estructura productiva y la heterogeneidad de actores y relaciones entre estos que son fundamentales para lograr la innovación, por ende, puede decirse que las políticas están descontextualizadas y siguen dándose en consideración a contextos y enfoques externos. De otro lado, las políticas industriales y educativas siguen presentando incongruencias, a tal punto que la educación sigue sin resolver inquietudes relativas a la innovación. Las políticas sociales exitosas de los últimos 10 años no están todavía relacionadas a la política de innovación en la industria (Cassiolato et al, 2013 y Koeller y Gordon, 2013).

Fondos Sectoriales

La política tecnológica de Brasil llevada a cabo en el periodo de 1999 a 2002 introdujo una forma innovadora para el país con respecto a incentivos y recursos para financiamiento basadas en fondos sectoriales, que combinan mecanismos de oferta e incentivos de demanda, y un conjunto de leyes para incentivar las actividades de CTI y de I+D (Pacheco, 2003 en Cimoli et al, 2010). La Ley establece que una parte de la renta de los sectores debe destinarse al desarrollo de actividades de CTI y estos fondos sean administrados por un conjunto de actores partícipes en el sistema nacional de ciencia y tecnología.

Con esta forma de recaudar fondos, el gobierno federal pretendió responder a las necesidades de asimetrías presentes en la política científica y tecnológica y la política industrial, apoyando las relaciones entre el sector académico y el sector productivo del país. Por otro lado, el modelo más complejo basado en la coordinación entre los distintos actores y en la utilización de la renta sectorial como fuente de financiamiento de las actividades de CTI, como en el caso de Brasil, garantiza la devolución de montos significativos de dinero y favorece la

coparticipación de todos los actores, tanto en la planificación de los proyectos como en la administración de los fondos (Cimoli et al, 2010; Pereira, 2005).

Este énfasis de incentivo a las actividades sectoriales tiene pocos precedentes en el país. Puede decirse que internacionalmente se tuvieron en cuenta experiencias dadas en países desarrollados como el Programa Alvey en el Reino Unido, y diversidad de literatura difundida en el ámbito de las ciencias económicas en las que se abarca el concepto de sectorialidad, desarrollado por autores como Nelson, Winter, Dosi y Pavitt. (Pereira, 2007) y de otro lado, algunas iniciativas locales legislativas destacadas que habían regulado las actividades CyT como la Ley de Propiedad Industrial, Ley de Cultivares, Ley del Software y de Bioseguridad cuyo establecimiento para la generación de incentivos generó la creación de CT-Petro, el Fondo Sectorial del Petróleo en 1997. (Pacheco, 2014).

Debe considerarse que todo este contexto de concepción de fomento a los sectores productivos del país se daba en un contexto de privatización de segmentos industriales relacionados con la infraestructura pública del país y a la necesidad de hacer una reforma del sistema de financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas. En este sentido, los Fondos Sectoriales llegan para garantizar que la investigación desarrollada en sectores como el petrolero, energético y de telecomunicaciones tuviera recursos e ingresos para desarrollar no solo por las empresas monopólicas en estos sectores sino en todo el sector como tal. (Pereira, 2005; Pacheco, 2014).

De acuerdo a esto, se crearon en 1999 un conjunto de Fondos Sectoriales bajo la idea de reformar el financiamiento del sector CyT y modificar la relación del ministerio con las agencias de fomento (CNPQ y FINEP) y con los demás órganos sectoriales del gobierno federal.

Los primeros Fondos Sectoriales implementados fueron el Fondo de Petróleo y Gas Natural (30/11/1998), de Informática (20/04/2001), de Recursos de Minería (16/07/2001), de Energía Eléctrica (16/07/2001), de Recursos Hídricos (19/07/2001) y Espacial (12/09/2001) que se concibieron como un corte eminentemente sectorial, con recursos originados del propio sector en el que debieran ser aplicados. En estos fondos, se verificó que tanto los ingresos como su aplicación fueran vinculados al mismo sector (Pererira, 2005).

Paralelamente a estos fondos, fueron implementados el Fondo de Infra-Estructura (26/04/2001) y el Fondo Verde- Amarillo (11/04/2002), sin el compromiso de apoyo de algún sector específico, sino caracterizados como de cobertura horizontal, con una fuente de ingresos desvinculada del sector de aplicación.

En 2002, un nuevo conjunto de fondos fue instituido, fondos Sectoriales de Biotecnología (07/03/2002), Agronegocios (12/03/2002), Aeronáutica (02/04/2002), Transportes (06/08/2002), Salud (25/02/200) y Fondo Sectorial de la Amazonía (01/10/2002). La institución de este conjunto de Fondos Sectoriales, se caracterizó porque ninguno de estos tenía un ingreso originado de un sector específico, salvo

el Fondo de Transportes, pero sí tenían una aplicación vinculada a sus respectivos sectores.

Los ingresos del fondo provienen de diversas fuentes, de los cuales los principales son: (i) la cuota de incidentes regalías sobre el petróleo y el gas natural; (ii) Las contribuciones de las empresas sobre los resultados de la explotación de los recursos naturales de pertenencia a la Unión, como la minería y la electricidad ; (iii) 0.5 % de los ingresos empresas que se benefician de la Ley de Tecnologías de la Información ; y (iv) Contribución Intervención en el Dominio Económico (Cide) de las remesas al exterior para el pago de las regalías, asistencia técnica y servicios técnicos , con tasa del 10 % (Guimarães, 2006 en Morais, 2008) .

La política de fondos sectorial se ha basado en la oportunidad de vincular los recursos para la CTI, y se ha convertido en un instrumento importante de fomento, ya que es responsable por cerca del 30% de las inversiones del MCTI en esas actividades. No obstante, es posible constatar que los recursos aportados solamente han restablecido las inversiones del ministerio en sus parámetros históricos y que las empresas, principalmente las pequeñas y medianas (pymes), han tenido en este proceso poca participación. Esto puede atribuirse a la capacidad reducida de sensibilización de los mecanismos utilizados para generar sinergias entre los actores y a la gestión limitada de las agencias de control que no han logrado reducir asimetrías en el control de los recursos, capacidad operacional y tradicionales prácticas para fomentar la CTI (Pereira, 2005).

Las expectativas de inversión esperadas a partir de los Fondos Sectoriales no fueron del todo cumplidas debido a cuestiones tales como heterogeneidad de las capacidades de inversión de cada fondo y desfase entre lo valores previstos y los efectivamente invertidos. Los Fondos Sectoriales acabaron teniendo un impacto menor del esperado en la suma de recursos puesto a disposición del gobierno federal para financiar ciencia, tecnología e innovación en el país.

Así mismo, los Fondos Sectoriales se basaron en la antigua concepción lineal de la innovación, en la que se subvencionó a las universidades y los centros de investigación buscando mecanismos en los que se gestionaran proyectos de I+D entre estos y las empresas. Se esperaba que el financiamiento no- reembolsable apuntara a la creación de proyectos de investigación y asociaciones de desarrollo e innovación entre estos actores; no obstante, sólo se implementaron los proyectos de I+D y no se lograron otro tipo de proyectos y de asociaciones. (Cassiolato et al, 2013)

Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação -ENCTI 2012 – 2015

La ENCTI es un documento de definición de planes y metas para el desarrollo científico y tecnológico nacional que presenta los programas prioritarios, los desafíos y las fuentes de recursos de las estrategias a llevar en el periodo de 2012 a 2015.

Esta estrategia da continuidad y profundiza planes y programas en materia de CyT llevados a cabo desde mitad de siglo en el país y ratifica el papel clave que cumple la innovación para el desarrollo sustentable del país.

Establece las directrices para consolidar un sistema nacional científico, tecnológico y de innovación (SNCTI) capaz de conjugar esfuerzos en todos los ámbitos -federal, estatal, municipal, público y privado- y promover el perfeccionamiento del marco legal y la integración de diferentes instrumentos de apoyo a la CTI disponibles en el País. Propone además estrategias y líneas de actuación para expandir y fortalecer la infraestructura de investigación y desarrollo, mediante recursos destinados al apoyo y expansión del posgrado y al fortalecimiento de los institutos de investigación científica y tecnológica y la creación y ampliación de laboratorios, entre otros. (ENCTI, 2011)

Los desafíos que se plantea la ENCTI son: Reducción del desfase científico y tecnológico que todavía separa a Brasil de las naciones más desarrolladas; expansión y consolidación del liderazgo brasileño en la economía del conocimiento de la naturaleza; ampliación de las bases para la sustentabilidad ambiental y el desarrollo de una economía de bajo carbono; consolidación de un nuevo patrón de inserción internacional de Brasil; superación de la pobreza y reducción de las desigualdades sociales y regionales.

De otro lado, los ejes de sustento de la ENCTI son la promoción de la innovación en las empresas; un nuevo patrón de financiamiento público para el desarrollo científico y tecnológico; fortalecimiento de la investigación y de la estructura científica y tecnológica; formación y capacitación de recursos humanos.

Los programas prioritarios que plantea la estrategia son: TIC- Tecnologías de la información y comunicación; Fármacos y Complejo industrial de Salud; Petróleo y Gas; Complejo industrial de Defensa; Aeroespacial; Nuclear; Fronteras para la innovación: Biotecnología, Nanotecnología; Fomenta de la Economía Verde: Energía renovable, Biodiversidad, Cambio climático, Océanos y zonas costeras; CTI para el Desarrollo Social: Popularización de la CTI y mejora de la enseñanza de las ciencias, Inclusión productiva y social y Tecnologías para ciudades sustentables.

La estimación de recursos tenidas en cuenta por la Estrategia concierne a actividades de CTI llevadas a cabo con recursos federales, empresas estatales y federales y fundaciones estatales de apoyo a la investigación (FAP), en el ámbito de los ejes de soporte y los programas prioritarios y complementarios.

Así mismo, se apunta al fortalecimiento de la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP- siglas en Portugués), acompañado de un aumento expresivo de los recursos de crédito por medio de aportes de recursos del BNDES, logrando la consolidación del Sistema Brasileño de Tecnología (SIBRATEC), imprescindible

para la prestación de servicios y la extensión tecnológicos y la creación de la Empresa Brasileña de Investigación e Innovación Industrial (EMBRAPII- siglas en portugués), en asociación con la Confederación Nacional de la Industria (CNI), que traerá nuevas institucionalidades y agilidad en la interacción con las empresas.

Se espera también mejorar la gobernanza de la ENCTI, buscando el aumento de eficiencia y de integración entre las políticas, instrumentos y agencias, e implementando sistemas más eficaces y continuos de acompañamiento y evaluación de los resultados e impactos de las acciones de la CTI en Brasil.

La importancia conferida a la política CTI en el proceso de desarrollo sustentable del País implica reconocer que los impactos de la ciencia y la tecnología son transversales a la actividad económica, la conservación de los recursos naturales y al propósito final de elevar los estándares de vida de la población brasileña a partir de la creciente incorporación de nuevas tecnologías en el proceso productivo y de apropiación de beneficios generados. (ENCTI, 2011)

Sector estratégico: Economía del Conocimiento de la Naturaleza

De acuerdo a la ENCTI, Brasil debe puede lograr avances significativos en innovación de acuerdo a su estructura productiva basada en recursos naturales. Por esta razón, plantea la idea de "Economía del Conocimiento de la Naturaleza" desde la cual, los sectores intensivos en recursos naturales pueden avanzar y diferenciarse de acuerdo a las innovaciones que se logren con los bienes y productos derivados de los recursos naturales, es decir, sacando provecho de la producción de *commodities.*

Históricamente Brasil ha sido un fuerte exportador agrícola debido a sus ventajas naturales, sobre todo, al desarrollar una agricultura tropical gracias a las inversiones hechas en investigación y tecnología agrícola. Esto también ha estado acompañado de avances en sectores como la minería, la bioenergía y la extracción de petróleo. Estas actividades productivas son tecnológicamente avanzadas y gracias a esto es posible hacer uso de las demandas de dichos sectores para fomentar la industria productora de insumos, bienes de capital y otros segmentos de la cadena productiva, así como de proveedores de servicios tecnológicos de alto valor agregado (MCTI, 2011)

Como es sabido, la agricultura requiere investigaciones en áreas como biotecnología, ciencias de la tierra, entre otras, que permitan obtener productividad al sector agrícola de forma compatible con la preservación del medio ambiente y del patrimonio ambiental del país.

De otro lado, la Economía del Conocimiento de la Naturaleza plantea la necesidad que se presenta en el sector minero de explotar nuevos segmentos como lo son las "tierras raras", denominación que se le ha dado a un grupo de 17 elementos químicos, de los cuales 15 pertenecen a la tabla periódica de los elementos, al grupo de los lantánidos, del escandio, el itrio, cuyas propiedades son utilizadas en

diversas aplicaciones tecnológicas, principalmente en los campos de la microelectrónica, los láser, la catálisis, entre otros.

Hoy en día, estos elementos son cada vez más relevantes para diversos sectores industriales de punta y exige nuevas rutas tecnológicas de las que Brasil puede empezar a investigar y desarrollar para su producción. En el país se encuentran varias reservas y fuentes alternativas asociadas a las tierras raras que pueden generar que el país sea autosuficiente considerando que actualmente depende totalmente de las importaciones en estos productos. Por tanto, es fundamental que sea retomado el desarrollo de tecnología para producción de óxidos, elementos y aleaciones de tierras raras. La cooperación técnico- científica internacional y la asociación público- privada deben ser fomentadas en nichos de oportunidades para la fabricación en el país de productos de alta tecnología con uso intensivo de compuestos de tierras raras, tales como imanes de alto desempeño para motores eléctricos y turbinas eólicas, y la futura industria de fabricación de autos híbrido-eléctricos, catalizadores*, lesd y displays*, entre otros (MCTI, 2011).

La implementación de la cadena productiva de tierras raras en el País es por tanto una de las prioridades de la ENCTI, por razones estratégicas y económicas. Para su implementación se necesitarán definir nichos prioritarios de uso industrial de tierras raras que posibiliten la producción de productos de alta tecnología en áreas que presenten perspectivas para Brasil así como definir acciones en CTI para el dominio de rutas tecnológicas que contribuyan al alcance de este objetivo.

Esta idea de Economía del Conocimiento de la Naturaleza se respalda sobre la base de la meta global de Economía Verde para lograr sustentabilidad. La economía verde es considerada como un instrumento para la promoción de desarrollo sustentable y no limita al desempeño ambiental, a una economía de bajo carbono o a una dimensión económica del desarrollo sustentable. Los principales aspectos que se destacan en esta concepción son la opción por un bajo carbono y la reducción de intensidad de recursos naturales (d´Avignon y Grottera, 2012).

Para que países como Brasil alcancen los objetivos propuestos por la Economía Verde, es fundamental que se lleven a cabo cambios estructurales, más que institucionales, que propongan mecanismos adecuados como créditos, aparatos legales y regulatorios. Las redes inteligentes y la energía solar fotovoltaica son consideradas tecnologías privilegiadas en la implementación de una economía verde, y en este caso los sectores prioritarios serían los de energía y transporte (d´Avignon y Grottera, 2012).

En Brasil se considera que debe ser fomentada esta economía parcialmente con recursos de exploración de pre-sal e innovación; por tanto, el destino que debe darse a los ingresos procedentes de la explotación de los recursos del pre-sal deben apoyar este fin. Así mismo, se hace énfasis en el uso de biocombustibles líquidos como tecnologías a ser priorizadas, destacándose el uso de biodiésel y de bioetanol de caña de azúcar, producido a gran escala ya que esto se relaciona al

contexto económico brasileño. Del mismo modo, en Brasil el sector del agua hace parte de las prioridades para la implementación de una economía verde de acuerdo a la importancia de la agricultura para el país.

MÉXICO

Sistema Institucional

México es uno de los países con mayor población en América Latina y el mundo. En 2013, se estimó que su población era de 122,3 millones de personas. Su PBI (millones de poder de paridad de compra) para el mismo año fue de 1.196.260 dólares y el ingreso per cápita registrado por el Banco Mundial fue de 15.854 dólares. Con respecto al gasto en I+D, se estima que México invirtió 8.5 millones de dólares en 2012, de los cuales el porcentaje sobre el PBI fue de 0.43%. México ha mantenido una tendencia del 0.4% y no ha variado esta cifra considerando el periodo de 2008 a 2012. Sus publicaciones científicas han aumentado de 13.740 en 2008 a 17.662 en 2013 y las patentes otorgadas en los Estados Unidos han pasado de 152 en 2008 a 214 en 2013.

Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación

El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación mexicano consolida la política de Estado en la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, y promueve la coordinación y la cooperación en la materia. Los agentes más relevantes del sistema son organismos e instituciones gubernamentales, centros e institutos públicos de investigación, instituciones de educación superior, empresas, instituciones intermedias e instituciones financieras. Entre estos se encuentra el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CNCTI), la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RNGCI) y la Red Nacional de Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECyT).

El gobierno federal es el principal agente regulador dentro del sistema. Define, reforma y transforma el régimen regulatorio, los mecanismos de selección y los instrumentos diseñados para apoyar y promover la ciencia, la tecnología y la innovación. Por su parte, el CONACYT es la institución más importante creada por el gobierno. Su origen radica en 1970 y su tarea central ha consistido en la elaboración e implementación de las políticas nacionales de ciencia, tecnología e innovación. Su meta principal es consolidar un sistema nacional de ciencia y tecnología que responda a las demandas prioritarias del país, que dé solución a problemas y necesidades específicos y que contribuya a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población. Para ello se requiere: i) contar con una política de Estado en la materia; ii) incrementar la capacidad científica y tecnológica del país; iii) elevar la calidad, la competitividad y la innovación de las empresas (CONACYT, 2015).

El CONACYT participa en el financiamiento de la ciencia y tecnología y en la distribución de una parte importante de los fondos federales asignados a la promoción de este campo. Algunas iniciativas, como el Programa para la Formación de Científicos y Tecnólogos (programa de becas para estudios de posgrado), el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y el programa para apoyar proyectos en ciencia y tecnología son algunos de los que han estado directamente bajo la administración del CONACYT (Dutrénit et al, 2010).

El FCCyT es una organización civil independiente encargada de analizar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. Fue creado en 2002, bajo el marco regulatorio establecido por la nueva Ley de Ciencia y Tecnología. Es un órgano coadyuvante de las actividades del Estado que tiene por objetivo asesorar al presidente de la República, al Consejo General para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico (CGICDTI), así como al director general del CONACYT. También asesora las comisiones de ciencia y tecnología que se han formado tanto en el Senado como en la Cámara de Diputados. El FCCyT está constituido por una mesa directiva conformada por 21 representantes de la investigación, la tecnología y el sector empresarial, y se apoya en un equipo interdisciplinario de profesionales con amplia experiencia en los temas de ciencia, tecnología e innovación. Coordina diversos grupos de trabajo especializados en los que participan expertos provenientes de organismos e instituciones científicas, tecnológicas, gubernamentales y empresariales a fin de diagnosticar, analizar y proponer diversos esquemas para el fortalecimiento y desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (FCCyT, 2015).

La CNCTI es una de las instancias que contribuyen a la gobernabilidad del sistema nacional de ciencia en el país, en el marco de la Ley de Ciencia y Tecnología, y está conformada por el CONACYT y los representantes de los gobiernos estatales en materia de ciencia, tecnología e innovación. Esta representatividad recae en los directores generales de los consejos y organismos estatales de ciencia en cada entidad federativa. La CNCTI permite la coordinación, comunicación y vinculación permanente entre sus miembros; tiene por objeto promover acciones para apoyar las actividades relacionadas con el desarrollo basado en ciencia, tecnología e innovación, además de participar en la definición de políticas y programas en la materia. Permite refrendar el pacto federal al sumar las voluntades y acuerdos de 32 entidades más el Gobierno Federal, a través del CONACYT (CNCTI, 2015).

La REDNACECyT es una asociación civil creada en 1998. Agrupa y da cohesión a un conjunto de instancias relacionadas con la ciencia y la tecnología en miras a la construcción y ejecución de las políticas de fomento al conocimiento y su aplicación al desarrollo. Asimismo, funciona como un foro de discusión permanente de programas y acciones que fomentan la investigación científica y el desarrollo tecnológico desde las entidades federativas de la República, a través de la interacción de sus integrantes, así como la coordinación con los sectores

académico, gubernamental, social y empresarial en lo que se refiere a políticas públicas de la materia (REDNACECyT, 2015).

Comisiones de ciencia y tecnología del Poder Legislativo

El Congreso mexicano ha creado dos comisiones encargadas de discutir la agenda nacional en ciencia y tecnología: la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado y la Comisión de Ciencia y Tecnología nombrada por la Cámara de Diputados. La primera se encarga de proponer e impulsar iniciativas para la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país, así como de revisar, mejorar y actualizar el marco regulatorio en el que se inscriben las actividades de ciencia, tecnología e innovación del país. La segunda tiene como objetivo crear espacios y foros donde los agentes del SNI mexicano puedan encontrarse, interactuar, dialogar y debatir los temas centrales de la ciencia, la tecnología y la innovación en México. En este sentido, esta comisión ha intentado convertirse en un canal de comunicación entre los sectores privado, público y académico preocupados y relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación. La comisión está organizada en seis subcomisiones que se distribuyen en las siguientes áreas: planeación y organización de la ciencia, vinculación y difusión de la ciencia y la tecnología, formación de recursos humanos, atención a proyectos científicos y producción científica y tecnológica (Dutrénit et al, 2010).

Sistema nacional de educación superior y posgraduación

El sistema de educación superior en México se consolida desde mediados del siglo XX hasta los 80. En este periodo se crean las principales universidades públicas y privadas del país, entre ellas la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM) y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). La consolidación del sistema universitario se relaciona con el llamado periodo de sustitución de importaciones, periodo que se corresponde con el más rápido y prolongado crecimiento económico experimentado por México (Dutrénit et al, 2010). El sistema mexicano de educación superior está integrado por universidades, institutos tecnológicos, instituciones educativas estatales y las escuelas normales.

El sistema nacional científico, tecnológico y de innovación otorga gran importancia a la formación de recursos humanos. Asigna una cantidad considerable de recursos al sistema de educación superior, con el propósito de cumplir con las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 con respecto a educación y ciencia y tecnología. Con este plan se busca incentivar una mayor y más efectiva inversión en ciencia y tecnología que alimente el desarrollo del capital humano nacional, así como la capacidad para generar productos y servicios con un alto valor agregado (CONACYT, 2014).

De acuerdo a datos ofrecidos por la Secretaría de Educación Pública (SEP), en el periodo 2013-2014 hubo una matrícula a nivel de educación superior de 3.882.625 estudiantes, de los cuales 294.584 fueron estudiantes de posgrado. Asimismo se establece que para 2013 operaban en el país 6879 programas de posgrado (especialización, maestría y doctorado). El 22,1% eran especializaciones, el 64,7% de maestría y el 13,1% instituciones y programas de doctorado. El universo de estudio equivale a 226 instituciones, de las cuales 56,2% son públicas y 43,8% privadas (SEP, 2014; CONACYT, 2014).

Las áreas de estudio que presentan mayor flujo de egresados en licenciaturas son las ciencias sociales y administrativas, con un 49%, seguidas de ingenierías y tecnología con un 23%. Las demás áreas (ciencias agropecuarias, de la salud, naturales y exactas, educación y humanidades) representan el 28% restante. Por su parte, a nivel de posgrado se observa que las áreas para especialización que más interés presentaron fueron ciencias sociales y administrativas y ciencias de la salud, con poca incidencia del campo de ingeniería y tecnología; a nivel maestría, las áreas más representativas son ciencias sociales y administrativas y educación y humanidades, y finalmente, a nivel de doctorado, el 60% de los egresados mantienen la constancia de interés en ciencias sociales y administrativas y educación y humanidades. El resto de las áreas presenta valores modestos de aportes de egresados (CONACYT, 2014).

Según el FCCyT, la política de posgrado ha pasado por diferentes etapas: la primera, caracterizada por una expansión desarticulada; la segunda, por los inicios del diagnóstico y la evaluación en materia de ciencia y tecnología; la tercera, orientada hacia la consolidación institucional selectiva, con poca articulación entre los diversos programas que maneja; y la cuarta, distinguida por el planteamiento de la transición hacia la innovación, redefiniendo diversas reglas de operación y coordinando sus actividades con la Secretaría de Educación Pública (SEP).

Mediante el apoyo dado por el CONACYT, la relación entre posgrado y la ciencia y la tecnología ha presentado grandes avances. Se ha apoyado el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), ofreciendo becas, internacionalizando los posgrados y volviéndolos competitivos en el nivel internacional. No obstante, esta relación todavía presenta fuertes problemáticas referidas a la expansión desarticulada y asimétrica de la oferta de programas, lo que acentúa las brechas entre programas acreditados y de calidad y los que no lo están todavía. Asimismo, se ha privilegiado la formación de profesionales de academia y sólo recientemente se ha dado un carácter profesionalizante del posgrado, sin que se tenga todavía un balance claro acerca de su composición y perfil, y menos aún de sus resultados e impacto. Esto ha estado basado en evaluaciones de corte cuantitativo que no han permitido develar el impacto y efecto de estas reformas.

Para el FCCyT, dicho crecimiento desarticulado ha provocado la escasa vinculación de los programas de posgrado con el sector productivo, lo cual no ha permitido relacionar y aplicar el conocimiento generado en los programas de

posgrado. Esta situación, que se remonta al tipo de redes que se tejen en el posgrado, tiene que ver con las condiciones que tienen los docentes/investigadores, pues dada la carencia de condiciones óptimas de empleo (salario y estabilidad laboral), la investigación resulta una tarea poco frecuente y la vinculación también (Dutrénit et al, 2013).

Recursos humanos en ciencia y tecnología

Teniendo en cuenta las consideraciones internacionales para la medición de los recursos humanos en ciencia y tecnología (OECD, Manual de Canberra), México presenta algunos valores que coinciden con la situación actual del sistema y sus principales problemáticas. Los resultados de sus mediciones para 2013 dan cuenta de la débil composición del acervo de recursos humanos en ciencia y tecnología (ARHCyT), de acuerdo a sus criterios ocupacionales y educacionales: el promedio de población ocupada con estudios de tercer nivel sólo es de 25,6%, cerca de ocho puntos por debajo del promedio de los países miembros de la OECD (33%), lo que da cuenta de la desventaja internacional que genera la poca calificación de su población trabajadora (CONACYT, 2014).

El ARHCyT de México en 2013 fue de 10.923 personas, valor que ha ido en aumento desde años anteriores. De este total, se estima que 50,5% son hombres y 49,5% mujeres. Asimismo, el número de personas perteneciente al acervo de recursos educados (RHCyTE) se ubicó en 8.787 personas que, con respecto al total de ARHCyT, representa un 80,2%: ocho de cada diez personas del acervo total tienen estudios de tercer nivel, es decir, estudios universitario y de posgrado. Con respecto al acervo de recursos ocupados (RHCyTO), la cifra fue de 6.314 personas, que representa en relación a la cifra total un 57,8%, lo que a su vez indica que una parte significativa de la población preparada está desempleada, inactiva o realiza labores ajenas al área de la ciencia y tecnología (CONACYT, 2014). Esta cifra, comparada con el porcentaje de población económicamente activa ocupada en el país, representa sólo un 12,7%. Para el CONACYT, esto significa que las actividades científicas y tecnológicas de 2013 tienen un peso menor de importancia en las actividades económicas del país respecto al personal ocupado.

Por su parte, el acervo de personas educadas y ocupadas en actividades de ciencia y tecnología (RHCyTC) se ubicó en 4.243 personas en 2013, representando el 38,8% del acervo total, que indicaría que cuatro de cada diez personas cuentan con formación en educación superior y trabaja en actividades científicas y tecnológicas. Esta cifra, en relación a la población económicamente activa ocupada, sólo indica un 8%; por lo tanto, aún faltan políticas para generar nuevas oportunidades de empleo a este grupo (CONACYT, 2014). De este último segmento, 87,1% presenta estudios de licenciatura, 11,9% estudios de maestría y 1% estudios de doctorado. El área de la ciencia con la mayor parte del acervo son las ciencias sociales (cinco de cada diez), en segundo lugar están las ingenierías (dos de cada diez) y por último ciencias de la salud (uno de cada diez). El resto de las áreas aporta menos del 16% del acervo. Sin embargo, estas cifras son

relativas y pueden cambiar tanto en las licenciaturas como en maestrías y doctorados.

Centros e institutos públicos de investigación

El Sistema de Centros CONACYT es un conjunto de 27 instituciones de investigación que cubren los principales campos del conocimiento científico, tecnológico, social y humanístico. De acuerdo a sus objetivos y especialidades, el Sistema de Centros de Investigación del CONACYT se agrupa en tres grandes subsistemas: ciencias exactas y naturales (diez centros); ciencias sociales y humanidades (ocho centros); desarrollo tecnológico y servicios (ocho centros); y uno más especializado en el financiamiento de estudios de posgrado. Los centros de investigación se dedican tanto a la investigación y desarrollo como a la formación de recursos humanos a través de programas a nivel maestría y doctorado.

De otro lado, se encuentran los Centros Públicos de Investigación (CPI) administrados por las secretarías del Estado: de Energía (Sener); de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa); y de Salud (Ssa). Su misión es proveer desarrollos tecnológicos a otras entidades públicas relacionadas con la producción de energía, el desarrollo agropecuario, el sector salud, el ambiente y los recursos naturales (Dutrenit et al, 2010). Dentro de los CPI más representativos se encuentran el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pesqueras (INIFAP), el Colegio de Posgraduados (CP), el Instituto Mexicano para la Tecnología del Agua (IMTA), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), el Instituto Nacional de Pediatría (INP), el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez (INC), el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zumbirán (INNSZ).

Un tercer grupo de institutos y centros de investigación está formado por las principales instituciones de educación superior (IES): la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Estas cuatro instituciones dan cuenta de aproximadamente 50% de la producción científica nacional (Dutrenit et al, 2010). Asimismo, ocupan un lugar importante en materia de investigación y formación de recursos humanos la Universidad de Guadalajara (UDG) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y en el sector privado el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM). Actualmente, las universidades públicas estatales concentran el mayor número de investigadores miembros del SNI (36%), seguidas por las instituciones de educación federales (34%) y por los centros públicos de investigación (12%). En 2014 se estima que hubo 21.338 científicos y tecnólogos vigentes (Cabrero, 2014).

Historia del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación de México

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología mexicano tiene sus orígenes a principios del siglo XX, a partir de la creación de algunos de los agentes del sistema, entre ellos la Universidad Nacional de México en 1910, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en 1917 y la Universidad de Guadalajara en 1925, entre otras. La institucionalidad de estos agentes se lleva a cabo a partir de 1935.

Desde esta época y hasta la década de 1970, fue predominante el modelo de desarrollo económico basado en sustitución de importaciones dirigida por el Estado. Esto condujo a que las políticas de ciencia y tecnología no se presentaran de una manera explícita, lo que motivó a que la comunidad científica de la época insistiera sobre la creación de organizaciones responsables de impulsar las actividades científico-tecnológicas y de educación superior. En 1935 se lleva a cabo la creación del Consejo Nacional de Educación Superior y la Investigación Científica (CONESIC), en 1942 se funda la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), y en 1950 el Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC) (Corona et al, 2013).

Durante este periodo, el objetivo de las instituciones creadas y las ya establecidas con anterioridad se enfocó en la formación de recursos humanos profesionales, científicos y técnicos, y en el fomento a la investigación científica y su vinculación con los requerimientos del desarrollo económico del país. No obstante, la falta de una política científica definida y explícita, así como la falta de fomento y financiamiento, limitaron dicho objetivo y los escasos logros sólo se generaron en las instituciones de educación superior y algunos centros públicos de investigación.

En el marco del modelo ISI, México llevó adelante el desarrollo del sector productivo nacional basado en la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias e incentivos fiscales y subsidios públicos que apoyaron la creación de empresas de bienes de consumo y de bienes intermedios, incidiendo en el fortalecimiento de las capacidades en las industrias de cemento, acero, automotriz, electrodomésticos, química, vidrio, farmacéutica y cerveza. Como en la mayoría de los países de la región, las empresas transnacionales también participaron en este proceso, y se les apoyó con el fin de que transfirieran conocimientos y prácticas productivas a esta naciente industria nacional (Corona et al, 2013). En el caso de los sectores estratégicos del país, como transportes, comunicaciones, salud, educación, agricultura y energía, el estado mexicano continuó ejerciendo el control público sobre estos; con miras a su desarrollo fundó institutos de investigación públicos como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto Nacional de Cardiología, el Instituto Nacional de Nutrición y el Instituto Nacional de

Cancerología. Para 1938 se lleva adelante la creación de la empresa pública PEMEX y en 1965 se inaugura el Instituto Mexicano del Petróleo, en 1975 el Instituto de Investigaciones Eléctricas y en 1964 el Centro Nuclear de Salazar, que conduciría en 1979 a la creación del Instituto de Investigaciones Nucleares. Asimismo se fundaron el Colegio de Postgraduados (1959) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En el sector agrícola se fundaron diversos centros de investigación, como el Colegio de Posgraduados y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Con el fortalecimiento de la educación superior, al crearse más de 26 universidades durante el periodo 1940-1970, el establecimiento de los diversos centros de investigación y las empresas estatales y privadas, el sistema científico y tecnológico encontraba sus primeras épocas de consolidación. Sin embargo, al no estar basado en una política definida, el sistema se guió sobre las bases de la política industrial que, en el marco del modelo ISI, no apoyó el desarrollo endógeno, sino que siguió absorbiendo tecnología extranjera, limitando las capacidades de los actores recientemente creados en el país a labores como formación de recursos humanos para la gestión dentro de las empresas y desarrollo de capacidades científicas desvinculadas del sector productivo (Corona et al, 2013). Las universidades, los centros de investigación y el sector productivo no encontraron un camino en común de acción y no lograron vincularse; así, el SNI mexicano nació fragmentado, sin los necesarios puentes y canales para permitir la correspondencia y la vinculación entre los diferentes agentes que lo integran (Cimoli, 2000, en Corona et al, 2013).

Durante los primeros años de la década del 70, surge una nueva etapa para la ciencia y tecnología mexicana. Se crea el CONACYT como agente de planeación y fomento de actividades en ciencia y tecnología y se llevan a cabo intentos de consolidación de una política científica mediante el primer Plan Indicativo de Ciencia y Tecnología (1976-1982). Con el CONACYT nacen instrumentos de formación de recursos humanos (becas de posgrado y el financiamiento de la infraestructura científica y tecnológica, entre otros) que incidieron en la creación de grupos de investigación en diversas áreas de conocimiento, varios centros públicos de investigación y de educación, administrados por dicha institución. Entre estas entidades se encuentran el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE, 1971), el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS, 1973), el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES, 1974, hoy Colegio de la Frontera Sur), la Universidad Autónoma Metropolitana (1974), el Instituto de Ecología (INECOL, 1975), el Centro de Innovación Aplicada (CIQA, Saltillo, Coahuila, 1976), el Centro de Innovación Aplicada a Tecnologías Competitivas (CIATEC, León, Guanajuato, 1976) y el Centro de Investigación en Química de Querétaro (CIATEQ, 1978) (Dutrénit et al, 2010; Casas et al, 2013, en Corona et al, 2013). No obstante, como ya fue mencionado, estos esfuerzos no sirvieron para crear una red de actores ni un sistema científico y tecnológico interrelacionado: los investigadores y grupos de

investigación creados no interactuaron con las empresas y éstas siguieron comprando paquetes tecnológicos en el exterior, sin poder vincular conocimiento endógeno al sector productivo (Casalet, 2007).

La crisis económica de la década del 80 llevó al abandono del modelo ISI, lo cual condujo a un proceso de privatización de las empresas estatales y a un cambio en el control y regulación del Estado sobre las actividades económicas. Algunas medidas tomadas en esta década influyeron fuertemente en la ciencia y la tecnología, sobre todo en la reducción de financiamiento y en la forma de formular y gestionar políticas con sólo un 0,25% del PBI nacional (Corona et al, 2013). Tres programas nacionales fueron implementados durante el periodo 1982-2000: el Programa Nacional para el Desarrollo Tecnológico y Científico (1984-1988), el Programa Nacional para la Modernización de la Ciencia y la Tecnología (1990-1994) y el Programa de Ciencia y Tecnología (1995-2000). De esto cabe resaltar el enfoque dado a la política para la ciencia y a la política para la tecnología, donde se distinguieron sus características así como sus necesidades instrumentales particulares. Asimismo, se tuvo mayor conciencia de los factores de demanda para el desarrollo en ciencia y tecnología, cuestión que rompía el paradigma lineal y "ofertista" de las décadas anteriores. Durante este periodo, la orientación, la promoción, el fomento y la organización de la ciencia y la tecnología estuvieron en manos de diversas dependencias, pero lo característico de este proceso fue la falta de articulación, lo que afectó las instancias de decisión sobre sus responsabilidades, roles y atributos. Entre estos agentes se encontraban: i) la Subsecretaría de Investigación Científica y Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública (SEP), que coordinaba el CONACYT y al IPN; ii) las secretarías de Estado que coordinaban institutos y centros que realizaban investigación científica y desarrollo tecnológico; y iii) los gobiernos de las entidades federativas. Asimismo, el SNI y el Programa de Posgrados de Excelencia y la creación de varios consejos estatales de ciencia y tecnología durante los 90, iniciativa que buscaba descentralizar las actividades científico-tecnológicas de la capital del país (Corona et al, 2013).

El SNI, creado en 1982, se convierte desde esta época en uno de los principales instrumentos de política científica al ayudar a las carreras de investigación mediante financiamiento por becas. Se ha establecido como un sistema clave en la generación de conocimiento científico e investigativo del país. Hacia finales de la década del 80, la formación de recursos humanos se impulsa mediante becas de estudio en el extranjero y por programas de investigación básica que buscaban incentivar el aumento de capacidades endógenas. Asimismo, durante los primeros años de los 90, se crea el programa nacional de posgrados de excelencia con el propósito de impulsar y fortalecer la creación de programas nacionales de maestría y doctorado.

En miras a la descentralización, se crean los consejos estatales de ciencia y tecnología, respondiendo a las estrategias particulares de cada Estado. En 1998, como fue apuntado anteriormente, se crea la REDNACECyT. A pesar de las

políticas regionales en ciencia y tecnología buscadas con el fin de adoptar políticas horizontales de funcionamiento y resaltar los sectores y agentes del mercado de los Estados del país, los resultados y avances se llevaron a cabo asimétricamente, lo que condujo al desarrollo de capacidades a un ritmo distinto para todos, acentuando más las diferencias entre estos (Corona et al, 2013).

Durante los 90, el énfasis a nivel productivo de desarrollo se posó sobre la industria y la tecnología. Con las Políticas Nacionales de Desarrollo, se buscó construir una infraestructura institucional que fuera efectiva para las tempranas ideas que surgían sobre innovación, mediante programas destinados a generar competitividad en las empresas. Se llevó adelante la creación de organizaciones financiadas con recursos públicos y privados para impulsar la modernización empresarial y asegurar la calidad y la certificación en las empresas, contrarrestando la débil cultura organizacional heredada de épocas pasadas. Hasta la fecha, el marco legal intenta modernizar el sistema de ciencia y tecnología mediante la liberalización, la desregulación económica y la atracción de la inversión extranjera, lo cual implica que los flujos de conocimiento y tecnología serán consecuencia de las externalidades originadas por el aumento en la competitividad y el funcionamiento de los mercados internacionales (Casalet, 2007).

Bajo la idea de competitividad internacional, la investigación en el país empieza a ser direccionada hacia áreas definidas estratégicas y prioritarias para el desarrollo. Cambian las nociones de formulación y evaluación de proyectos, de calidad en la formación de recursos humanos, y se exigen maestrías y doctorados en la carrera de investigador, así como también mediciones de su desempeño profesional en términos de productividad y metas alcanzadas. Tales exigencias en el funcionamiento institucional llevaron a la creación de organizaciones y programas dentro del ámbito público y privado, guiadas a consolidar una cultura de la evaluación y resultados (Casalet, 2007). Este modelo de evaluación, como fue la evaluación por pares, direccionó también el proceso de financiamiento basado en resultados con calidad y continuidad de las experiencias investigativas. Se generaron redes entre universidades, institutos, centros de investigación y empresas, y con universidades y centros extranjeros. Para lograr esto, México tuvo que crear y reformar su marco legal y jurídico llevando consigo la creación de programas y regulaciones adecuadas para el sector científico-tecnológico. Entre estos cambios, se destaca la formulación de la Ley para el Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FICYT), del Plan Nacional de Desarrollo (2001-2006), del Programa de Ciencia y Tecnología (PECYT, 2001-2006), de la Ley Orgánica del CONACYT y de la Ley de Ciencia y Tecnología, aprobada en 2002, que plantea los beneficios de la innovación. También aparecen en la escena normativa el Fondo para I+D y la Modernización Tecnológica (FIDETEC), transformado en el Programa para Apoyar la Modernización Tecnológica de la Industria (PROMTEC) y el Fondo para Fortalecer las Capacidades Científicas y Tecnológicas (FORCCYTEC); el Programa Especial para Promover los Vínculos Academia-Empresa (PREAEM) y el Programa de Incubadora para las Empresas

Basadas en Tecnología (PIEBT), la Ley de Patentes y Marcas, entre otros (Corona et al, 2013).

A partir de la formulación de estas leyes y programas, se incorporan en el proceso diversos mecanismos y agentes requeridos para seguir con el fortalecimiento del sistema científico, tecnológico y de innovación. El sistema se reposiciona en el contexto político del país y busca que, a través de la descentralización promovida por el CONACYT, sea posible sentar las bases de la nueva política de ciencia, tecnología e innovación, y se pueda trabajar en las grandes debilidades de desarticulación del sistema. En este sentido, se crea el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (CGICDT) para garantizar la coordinación de la política científica y tecnológica con las diferentes secretarías de Estado, bajo la conducción de la Presidencia de la República, y para obtener un presupuesto consolidado con mayor capacidad de gasto en ciencia y tecnología.

Otros mecanismos se generaron para favorecer sinergias entre los diversos agentes del sector. Con este fin se crea el Foro Consultivo, Científico y Tecnológico, que sustituye al Foro Permanente planteado por la Ley FICYT de 1999. Se reestructuraron los mecanismos para el financiamiento de la investigación a partir de los fondos sectoriales y los fondos mixtos, en los que participan el sector privado y público. La orientación de los fondos sectoriales y mixtos busca dirigir la investigación a un contexto de aplicación, con un enfoque interdisciplinario y transitorio de la investigación, que responde más a un equipo de trabajo que debe proporcionar soluciones a los problemas nacionales en lo social, lo económico y lo político (Casalet, 2007).

En 2002, el Artículo 30 de la Ley de Ciencia y Tecnología crea la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación, que sigue manteniendo el interés por llevar adelante proyectos de investigación enfocados en el desarrollo de áreas de frontera del conocimiento, para responder a las grandes necesidades del país y consolidar las redes entre los investigadores del país, tanto los que se encuentran en el ámbito privado como los que son parte del sector público, y otros actores clave del sistema. Esto último se relaciona con el proceso llevado a cabo en 2002 con los Centros Públicos de Investigación, en el que se buscó promover aún más los vínculos llevados a cabo entre estos y diversos actores, como las empresas, con el objetivo de fortalecer la investigación y la transferencia tecnológica. La nueva ley abrió la alternativa para los CPI de conformar alianzas, consorcios o nuevas empresas privadas con base tecnológica.

Las reformas de 2002 también le otorgaron al CONACYT una mayor autonomía financiera e independencia de la SEP para la toma de decisiones, y control sobre el sistema nacional científico, tecnológico y de innovación. Sin embargo, esta autonomía no fue suficiente para que se hiciera cargo de los problemas de articulación y financiamiento, ya que los nuevos organismos de gobernanza del recién reorganizado sistema fallaron en su operación de forma recurrente, y porque los recursos financieros limitados obstaculizaron la capacidad del

CONACYT de virar la operación de un sistema de ciencia, tecnología e innovación cada vez más complejo (Corona et al, 2013).

Lineamientos de política

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

Los lineamientos de política en México se caracterizan por su enfoque horizontal de fomento a la I+D y a la innovación. Los esfuerzos para definir sectores prioritarios se han expresado en diversas políticas, pero no se ha logrado definir políticas selectivas que apoyen sectores específicos. En el Plan Especial de Ciencia Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018 aparecen los siguientes temas prioritarios: ambiente, conocimiento del universo, desarrollo sustentable, desarrollo tecnológico, energía, salud y sociedad. Las políticas verticales se han definido a partir de 14 sectores estratégicos, entre estos: el sector químico-farmacéutico, equipo mecánico, automotriz y autopartes, tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), maquinaria y equipo, servicios empresariales, minería, aeronáutico, eléctrico-electrónico, industrias creativas, software y tecnología 3D, plásticos, agroindustria y servicios, material y equipo médico. Sólo para algunos de estos sectores hay programas de apoyo, especialmente para el sector aeroespacial, TIC y software (PROSOFT) y el Programa de Apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta tecnología (PROIAT) (Dutrénit, 2015).

Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2013-2018)

El gobierno mexicano presenta el documento que contiene los objetivos, metas, estrategias y prioridades que regirán la actuación de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. En este plan, la ciencia y la tecnología aparecen articulados a una de las cinco metas nacionales: “México con Educación de Calidad”. Con esta meta se pretende incentivar una mayor y más efectiva inversión en ciencia, tecnología e innovación que apoye al desarrollo del capital humano del país, y la capacidad para generar productos y servicios con alto valor agregado. Queda definido el objetivo 3.5, que indica: “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación, pilares para el progreso económico y social sostenible”. Esto se realizará mediante las siguientes estrategias:

- Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PBI.
- Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.
- Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.
- Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
- Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país (CONACYT, 2013).

De cada una de estas estrategias y de las tres estrategias transversales (democratización de la productividad, gobierno cercano y moderno, y perspectiva de género) se desprenden líneas de acción que especifican las acciones de política pública del sector. Estas líneas de política son los objetivos rectores del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014- 2018 (PECiTI), cuyo propósito es guiar al país en la transición hacia una economía basada en el conocimiento. Se atiende, en primer lugar, la necesidad de lograr una inversión nacional en investigación científica y desarrollo experimental (IDE) que represente al menos 1% del PBI, considerada como el punto de inflexión para el desarrollo sostenible. Se atiende también la formación de capacidades nacionales, regionales y locales de capital humano e infraestructura, así como el fortalecimiento institucional del ámbito local, con el propósito de conseguir desarrollo regional equilibrado. Finalmente, queda también explícita la necesidad de aprovechar el conocimiento creado a través de la vinculación de los diversos actores, un renglón particularmente rezagado en México. El PECiTI, su contenido y proceso general de elaboración están establecidos en la Ley de Ciencia y Tecnología vigente, que lo ubica como un programa especial y una de las piezas fundamentales del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Asimismo, la ley establece que el PECiTI deberá incluir una visión de largo plazo y una proyección de hasta 25 años, y que será actualizado cada tres años, en coincidencia con el inicio de cada nueva Legislatura del Congreso de la Unión.

Sector estratégico: industria manufacturera

Considerando que en México, desde mediados de la década del 80, se ha llevado a cabo una estrategia económica y de desarrollo basada en la apertura indiscriminada hacia el comercio exterior, el cambio estructural que se ha dado en el país ha estado basado en un incremento de las exportaciones, que ha aparentado una mejora en su balance de pagos. Las exportaciones mexicanas, específicamente basadas en manufactura, pasaron en 2013 a ser del 84,3%, imponiéndose sobre las exportaciones de petróleo. Esto ha hecho que México se posicione por encima del resto de países latinoamericanos y compita con países productores y desarrollados (Dutrénit, 2015).

En el sector manufacturero mexicano, sobresalen los procesos industriales automotrices y electrónicos (televisores de pantalla plana y computadoras). No obstante, la producción que podría ubicarse de acuerdo a su contenido tecnológico en productos de alto y medio-alto contenido tecnológico, representando más del 20% de las exportaciones totales, tiene de por sí poco valor agregado, ya que está basada en una I+D muy limitada y sustentada en el ensamblaje y los procesos de la industria maquiladora. La mayoría de los insumos necesarios para la producción son importados; luego se reexportan con bajos niveles de valor agregado y poco uso de suministros locales; los costos de mano de obra son menores, propios de una falta de innovación endógena y de propiedad intelectual con registro nacional (Dutrénit, 2015; ProMéxico, 2011).

Ante esta situación, el avance en el sector manufacturero se hace fundamental, considerando que existen capacidades tecnológicas y de producción establecidas que podrían, de acuerdo a políticas en ciencia, tecnología, innovación e industria adecuadas para su fomento, generar actividades que incrementen el valor agregado de la producción y puedan llevar a una mejor especialización en manufactura avanzada (Dutrénit, 2015; ProMéxico, 2011). Esta última se presenta como un elemento clave para el desarrollo de la competitividad del tejido industrial mexicano: actúa de manera transversal en diversos sectores económicos, demanda materias primas, componentes intermediarios y actividades de servicios. No se relaciona con la manufactura tradicional, en la medida que pretende romper con el paradigma de mano de obra barata y escalas y volúmenes de producción, sino que busca generar habilidades y creación de competencias que produzcan bienes y servicios complejos y especializados. Para llevarse a cabo, requiere de una red multidisciplinaria de expertos y profesionales que ofrezcan soluciones innovadoras: *Big data* para realizar mejores pronósticos, sensores avanzados, medidas y procesos de control, diseño de materiales avanzados, síntesis y procesamiento, nanomanufactura, visualización, informática y manufactura digital, biomanufacturas y bioinformática, robots industriales para producir con seguridad y productividad, y manufactura aditiva y sustractiva. Es necesaria la presencia y actuación de diversos actores del sistema nacional de innovación, desde la academia (con formación de recursos humanos especializados, centros públicos de investigación con generación de proyectos de I+D y transferencia tecnológica) hasta el sector productivo y sus propios procesos de innovación (Dutrénit, 2015).

Algunos ejemplos que presenta México en este sentido ocurren en el sector de diseño e ingeniería. Las competencias ya creadas y establecidas allí deberían aprovecharse y conducir a la creación de productos manufacturados con notorio valor agregado: un cambio de paradigma del “Hecho en México” al “Diseñado y manufacturado en México” (ProMéxico, 2011). La manufactura avanzada en México es concebida como uno de los sectores con mayor potencial de crecimiento y de mayor atractivo para la inversión extranjera, y en este sentido organismos como CONACYT se han puesto en la tarea de planear políticas públicas que respondan a la necesidad de consolidación del sector. Con el Programa de Desarrollo Tecnológico en Manufactura Avanzada se espera avanzar

en este campo, logrando elevar los niveles de compra de las transnacionales a empresas y pymes mexicanas. En una primera etapa, se centrarán en el desarrollo de capacidades para la fabricación de moldes y herramentales, sobre todo en el sector automotriz, aeronáutico y de alta tecnología. Posteriormente se robustecerán los eslabones con otro tipo de requerimientos (CONACYT, 2014).

Actualmente, la manufactura avanzada se encuentra acogida dentro del Programa Prioritario “Manufactura Avanzada” y de la Iniciativa Estratégica “Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado” del PECiTI. Su objetivo es alinear el esfuerzo de empresas, instituciones académicas y gobierno para el incremento en la participación de las empresas mexicanas en las cadenas de valor de la industria mediante la manufactura avanzada (FCCyT, 2013; Dutrénit, 2015).

RUSIA

La Federación Rusa es el país más grande del mundo, con una superficie de 17 millones de kilómetros cuadrados, y el noveno país más poblado, con una población de 146 millones de personas. En 2013, su PBI alcanzó los 3.461.259 millones de dólares (de paridad de poder de compra) y su ingreso per cápita fue de 22.617 dólares, el más alto de todos los BRICS. Su gasto de inversión en I+D alcanza los 37.000 millones de dólares anuales, lo cual constituye el 1,12% de su PBI. Su gasto en el rubro se ha mantenido estable en los últimos años en términos porcentuales (por el fuerte crecimiento de la economía rusa hasta 2012), aunque ha crecido en términos absolutos. El total de publicaciones anuales de los investigadores rusos es de 43.900, mientras que las patentes otorgadas en Estados Unidos han pasado de 181 en 2008 a 432 en 2013.

Sistema institucional

Existen diversos ministerios en el país que están involucrados, en mayor o en menor medida, en el sistema nacional de innovación ruso. Los dos principales en cuanto a alcance y financiamiento son el Ministerio de Educación y Ciencia y el Ministerio de Desarrollo Económico. A su vez, están creciendo en importancia la Comisión Presidencial para la Modernización y el Desarrollo Tecnológico de la Economía Rusa y la Comisión de Innovación y Altas Tecnologías. Ambas instituciones se han convertido en tomadoras de decisión política en el ámbito, con fuertes injerencias en la coordinación de las políticas de innovación e I+D.

El Ministerio de Educación y Ciencia de la Federación Rusa fue creado en 2004, y tiene por funciones principales elaborar la política estatal, normativa y regulatoria en las esferas de educación, actividades científicas, científico-técnicas y de innovación, nanotecnologías y propiedad intelectual. Sus principales tareas son las siguientes:

- Asegurar el acceso a una educación de calidad para toda la población, promoviendo la movilidad social y creando las condiciones para el desarrollo de una educación continua;
- Crear las condiciones para el desarrollo y el uso eficiente del potencial técnico y científico;
- Crear las condiciones para fomentar las actividades de innovación.

El enfoque que han comenzado a adoptar las principales instituciones del país ha sido el de modernizar el sistema nacional de innovación, creando un nuevo marco institucional para su gobernanza. Al mismo tiempo que se intenta impulsar este nuevo concepto de innovación, las principales metas del país pasan por crear un

sector de I+D que pueda funcionar como el pilar que impulse la modernización de la economía del país.

De acuerdo con la constitución de 1993, tanto el presidente como el primer ministro juegan un rol importante en el sistema nacional de innovación. Ambos, y de forma conjunta, designan a los ministros federales, a los directores de los consejos de investigación y de otras instituciones importantes del sistema. También tienen por función supervisar a los distintos ministerios que tienen incidencia en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, entre ellos: Comunicaciones y Medios Masivos, Desarrollo Económico, Educación y Ciencia, Defensa e Industria y Comercio. Otras instituciones relevantes son el Consejo Presidencial para la Ciencia y la Educación, el Comité Estatal de la Duma para la Ciencia y la Alta Tecnología, y el Consejo del Comité Federal para la Educación y la Ciencia.

Historia del sistema nacional científico, tecnológico y de innovación de Rusia

Luego de la Revolución de 1917 se sentaron las bases del sistema ruso de ciencia y tecnología. Éste estaba caracterizado por tres rasgos principales: en primer lugar, el secreto, dado que todas las decisiones y el control estaban subordinados a los intereses del partido comunista y debían ser reservados; en segundo lugar, la distinción entre la ciencia civil y la militar: la última contaba con la mayor parte de los fondos (casi un 75% del total) y había poca relación entre ambas; en tercer lugar, una división de la ciencia civil en tres sectores jerárquicos: académico, I+D industrial y sector de educación superior (Williams, 2011). En este sentido, la ciencia académica era una de las prioridades centrales del gobierno soviético, dado que tenía un componente importante de prestigio y orgullo nacional. A la par de la “ciencia académica” existía una rama más orientada a la industria, que llevaba adelante I+D, diseño, construcción y exploraciones para las empresas industriales a las cuales pertenecían. Se calcula que estas instituciones orientadas a la industria llevaban adelante el 80% de la investigación aplicada y el 90% del desarrollo, pero estaban subordinadas al ministerio de industria correspondiente a la rama industrial a la que dedicaban sus esfuerzos. En este marco, las instituciones de educación superior no jugaban un rol muy importante en la investigación básica, dado que su dominio exclusivo era la ciencia aplicada (Williams, 2011).

A partir de la Segunda Guerra Mundial, las autoridades rusas comprendieron que el país se encontraba muy atrasado respecto a las principales potencias occidentales en cuanto a ciertas tecnologías bélicas clave: misiles, radares, industria nuclear. El gobierno apoyó así, y en forma masiva, la investigación científica. Ciertos científicos comenzaron a formar parte de la élite del país y el creciente flujo de fondos permitió que la Academia de las Ciencias (principal

órgano del país) pudiera ampliar el número de socios y la cantidad de sus centros de investigación.

Entre las décadas de 1950 y 1960, se incorporaron casi 400.000 jóvenes egresados de distintas disciplinas científicas a continuar con carreras científicas, debido a que los salarios y las infraestructuras de investigación observaron un crecimiento más que importante. En ciertos campos científicos, como los de biología molecular, fusión, láser e informática, se alcanzaron estándares de calidad y productividad comparables con los mejores países de occidente. A mediados de los 60, comienza un período en el cual se estanca la investigación científica y tecnológica debido, en parte, a las crecientes interferencias políticas, así como también debido a ciertas rigideces burocráticas que impidieron que el país participara más activamente en la revolución electrónica y biotécnica que acontecía en Occidente.

En los 80, las políticas de apertura afectaron negativamente a la ciencia, debido principalmente a la escasez de financiamiento para financiar los distintos programas de I+D. Para fines de esta década, el sistema soviético de ciencia y tecnología comprendía un rango muy grande de instituciones y contaba con un total de 2.5 millones de personas realizando tareas de I+D. Las principales instituciones de investigación eran los institutos de investigación industrial, que operaban de manera independiente del sector privado y de las universidades. Cada instituto estaba bajo el mando de un ministerio determinado, que era el encargado de desarrollar un área estratégica específica; entonces, los institutos de I+D servían al sector como a un todo, más que a una empresa en particular. Esto reflejaba fuertemente la herencia del modelo lineal de innovación, en el que se consideraba más importante la I+D en sí misma que lo que sucedía en la esfera de la producción. Se pensaba que la tecnología, como una suerte de *commodity*, pasaría sin cambios ni modificaciones a ser implementada y comercializada por la industria. En ese esquema, el rol de los consumidores era pasado por alto, lo cual implicaba que las tecnologías desarrolladas no terminaban por encontrar usuarios que las demandaran.

Otro gran problema de tener el sector científico-tecnológico tan centralizado (y planificado) estaba dado por las excesivas rigideces inter-institucionales, que condicionaban fuertemente las difusiones horizontales de tecnología. En los hechos, muchos institutos, a pesar de trabajar temáticas afines, funcionaban como compartimentos estancos, que no dialogaban con instituciones pares que trabajaban en un sector afín. A su vez, la estructura controlada y planificada de la economía, le brindaba muy escasos incentivos a las empresas a introducir innovaciones que no les terminarían reportando beneficios extraordinarios.

A partir de las políticas de apertura, en los 90, las instituciones científicas de Rusia sufrieron transformaciones radicales, que acompañaron el cambio de una economía centralizada a una economía de libre mercado. El gobierno privatizó la gran mayoría de las empresas públicas, lo cual redundó en una menor demanda de I+D del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. También implicó

que cayeran muchos contratos entre empresas e instituciones de investigación, debido a que los ministerios ya no tenían un peso tan grande en la coordinación y planificación de los distintos sectores económicos de peso. Se creó un Ministerio de Ciencia y Tecnología, que fue el encargado de rescatar las mejores instituciones que se heredaron del período soviético, en un momento de escasez de fondos y de fuerte emigración de los principales talentos del país.

Las instituciones de investigación del país, ante la fuerte caída de la demanda y de los fondos gubernamentales, entraron en un período de intentar mantener las capacidades acumuladas, invirtiendo los fondos en salarios e infraestructuras básicas, pero ya no contaron con fondos para actualizarse tecnológicamente o emprender programas de investigación en la frontera tecnológica. A nivel institucional, se propició que las unidades de I+D que sobrevivieron pudieran volcarse más al mercado y a comercializar sus producciones, modificando reglamentaciones e intentando modificar las agendas de investigación. Las principales políticas de esta etapa estuvieron dadas por los fondos sectoriales (Fundación Rusa para la Investigación Básica) y por los fondos de promoción a las pequeñas empresas innovadoras (Fundación para la Asistencia a las Pequeñas Empresas Innovadoras). También se modificó el marco legal, sobre todo en lo relacionado a los derechos de propiedad intelectual, como para facilitar la innovación en una economía de mercado.

A fines de los 90, la situación comenzó a estabilizarse, a través de la modificación en los términos de intercambio, y gracias al *boom* en la producción de petróleo y gas. A nivel institucional se creó un Ministerio de Educación y Ciencia, al que le fue otorgado mucho más poder y alcance, así como mayores responsabilidades y financiamiento. Uno de los cambios más significativos estuvo dado por la creación de proyectos de escala muy grande, llamados “Mega Proyectos”, que buscaron movilizar a la ciencia rusa, intentando lograr una instancia de coordinación con el sector privado, con miras a definir el desarrollo conjunto de tecnologías avanzadas.

A partir de mediados de la década del 2000, y con una economía en crecimiento, se decidió invertir de forma masiva en programas de investigación de avanzada, en infraestructuras de investigación y en ciertas instituciones específicas. A tal fin, se crearon Agencias Especiales, bajo la órbita del Ministerio de Educación y Ciencia, una para financiar programas de ciencia e innovación y otra para financiar programas educativos. También se crearon grandes corporaciones estatales, con la finalidad de acelerar la comercialización de los resultados de la I+D, como por ejemplo Rusnano, en el campo de las nanotecnologías. Rusnano contó, desde su creación, con un presupuesto cercano a los 500 millones de dólares, con los cuales financia por año cerca de 50 proyectos. En 2010 se convirtió en una sociedad anónima, en una clara intención de facilitar la llegada al mercado de los productos y servicios que financia. Otra institución de relieve es Rostechnologii (Tecnologías Rusas), que opera en un rango muy amplio de sectores y campos tecnológicos. Tiene por objetivo facilitar el desarrollo, la comercialización, el marketing y los servicios posventa de tecnologías nuevas, especialmente militares.

Rosatom, por su parte, ha sido la institución heredera del Ministerio de Energía Atómica, y controla toda la cadena industrial relacionada con la industria nuclear. Comprende a más de 200 empresas y a 70 centros de investigación, empleando a alrededor de 300.000 personas. Opera en todo el mundo, exportando, construyendo y operando reactores nucleares.

En cualquiera de los tres casos, resulta algo dificultoso evaluar cuál ha sido el resultado de cada una de las instituciones. Existen profundos debates en el país acerca de si estas iniciativas pueden dar cuenta de uno de los grandes problemas del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación ruso, en cuanto a su capacidad de traducir sus investigaciones en innovaciones que dinamicen la economía. Especialmente en el caso de Rusnano, su alcance y presupuesto son tan grandes, que se teme que por su dimensión (y su gran capacidad de negociación) termine desplazando del mercado a una generación de pequeñas empresas innovadoras en nanotecnología que surgieron con la liberalización de la economía. Otra de las críticas que se realizan a estas instituciones está dada por la fuerte presión que tienen por conseguir resultados buenos en un plazo muy corto: allí el problema estaría dado por considerar si están siguiendo o no estrategias demasiado cortoplacistas, que no vuelvan sustentable el negocio de cada institución. Por último, otra de las dificultades remarcables a la hora de analizar las instituciones de investigación rusas está dada por la falta de transparencia en buena parte de ellas. El carácter secreto de la mayoría de los desarrollos militares es la excusa perfecta para que muchos centros de investigación no brinden información acerca de cómo asignan sus presupuestos, o de cuál es el grado de desarrollo de sus investigaciones. Existe una inercia institucional y burocrática muy fuerte en la mayoría de las instituciones, que las hace muy poco permeables a someterse a controles externos, a redirigir sus agendas de investigación de acuerdo a las nuevas prioridades, o a considerar lo resuelto por las evaluaciones institucionales.

La creación de la Comisión Presidencial para la Modernización y el Desarrollo Económico, en 2009, y la creciente importancia de la Comisión de Alta Tecnología e Innovación muestran el fuerte interés gubernamental por fomentar ciertas áreas estratégicas en algunas instituciones de excelencia. Una de las iniciativas insignia ha sido el proyecto de crear una ciudad dedicada a la innovación (tomando como modelo a Sophia Antípolis, en Francia), que se llama Skolkovo.

Si bien el paisaje institucional ha mutado mucho en los últimos veinte años, se puede observar que muchas de las instituciones principales del país continúan arrastrando, hasta el día de hoy, los principales problemas que tenían durante el período soviético, relacionados con poder trasladar al sector productivo el resultado de sus investigaciones. La capacidad de las industrias de absorber innovaciones continúa siendo baja, así como el porcentaje de empresas tecnológicas creadas por emprendedores que generen un impacto económico significativo.

Universidades

El sistema universitario ruso está conformado por 1039 universidades y centros universitarios, de los cuales 655 son estatales y 384 son no estatales.

La enseñanza de tipo superior puede ser del tipo universitaria o no universitaria. La educación universitaria consta básicamente de tres niveles: el profesional superior incompleto, que tiene una duración de dos años y por el cual se otorga un diploma; el profesional superior, que dura no menos de cuatro años y culmina con el grado de bachiller o especialista: y el instructor profesional superior, con por lo menos seis años de estudio para el título de maestría.

La investigación en las universidades, que es de gran importancia en otros países, aporta una cuota muy menor a la I+D rusa. Tampoco están muy desarrolladas las iniciativas relacionadas con la vinculación de las universidades con su entorno, siendo también de importancia marginal los consorcios público-privados.

El sistema universitario ha sido uno de los focos de las intervenciones gubernamentales desde 2006, cuando comenzaron a reasignarse los fondos, orientándose el grueso de la inversión en un grupo selecto de 57 instituciones. A la par, el Ministerio de Educación y Ciencia le otorgó el estatus de “Universidad de Investigación” a 29 instituciones de educación superior, lo cual fue acompañado de un aporte de financiamiento generoso a lo largo de un período de cinco años. En 2013 se instaló un programa nuevo, llamado “Cinco en las top 100”, mediante el cual 14 universidades recibieron financiamientos muy importantes del gobierno federal. La meta última de este programa es lograr que cinco de esas 14 universidades puedan llegar a estar dentro de las 100 universidades más importantes del mundo para 2020. Este programa permitió que el financiamiento para ese grupo de universidades se duplicara en tan sólo seis años. Ese grupo de universidades de elite tiene por objetivo aumentar el número de publicaciones y citas, así como publicar más en *journals* internacionales. Además, tienen como mandato atraer estudiantes extranjeros (con un mínimo de 15%, comparado con el promedio de 3%), y profesores, lo cual requiere que se realice mucha más docencia e investigación en inglés, lo cual es un desafío muy grande para la mayoría de las universidades del país (Dezhina, 2014).

Otro problema del sistema universitario está dado por la fuerte carga de docencia que tienen los profesores, en comparación con sus pares de occidente. Si bien el gobierno recomienda que los profesores no se excedan de 900 horas de enseñanza anuales, en los hechos, la mayoría de ellos suelen dictar entre 1000 y 1200 horas anuales, lo cual no los incentiva a realizar tareas de investigación (Dezhina, 2014).

Innovación

Antes de la caída del régimen comunista, la Unión Soviética era considerada un bastión del conocimiento: era una potencia científica en campos como el de física teórica, la tecnología nuclear y espacial. El colapso soviético llevó a un derrumbe de la inversión pública en ciencia y tecnología y al corte de muchos programas de investigación, que estaban a la vanguardia en distintos campos del conocimiento mundial. Las recurrentes crisis financieras y el corte de los fondos dedicados al complejo industrial-militar (que recibía buena parte del gasto del país en ciencia y tecnología) conllevaron la pérdida de numerosas instalaciones de investigación, así como de un gran número de recursos humanos que tuvieron que cambiar de sector o bien emigrar.

La transición hacia una economía de mercado no trajo aparejados grandes cambios en cuanto al porcentaje de inversión financiada por el sector público o privado: el estado sigue siendo el gran promotor de las inversiones, ocupando el sector privado un lugar marginal. Una de las principales limitantes a la I+D está dada por la burocratización de la gestión de las políticas, así como por las fuertes rigideces institucionales, que dejan pocas oportunidades al sector privado para utilizar la I+D como una fuente de creación de riqueza. Otra dificultad está dada porque el grueso de las actividades de I+D son llevadas adelante por academias de ciencia, que están dedicadas, en su gran mayoría, a realizar investigación básica. En general, el grueso del financiamiento del país está volcado en ciencia básica de más largo plazo, en lugar de dedicarse a programas de investigación aplicada, que tienen mayores probabilidades de impactar en las necesidades económicas y sociales.

Financiamiento para innovación

La I+D en Rusia está enfocada, principalmente, en asuntos de seguridad nacional, y éste constituye el principal rubro generador de innovaciones. La I+D es llevada adelante en gran parte por institutos y academias que pertenecen a la órbita estatal, mientras que el grueso de las universidades están enfocadas casi exclusivamente en educación. En cuanto a participación en el financiamiento de las actividades de I+D, el gobierno ruso continúa siendo el principal inversor, algo que viene desde los tiempos de la Unión Soviética. Se calcula que entre un 60 y un 65% del gasto en ese rubro cada año es llevado adelante por alguno de los distintos niveles del Estado. De todas maneras, ese porcentaje no es del todo preciso, dado que se cuenta como gasto privado el de muchas empresas que tienen participación estatal mayoritaria. En el caso de la energía, por ejemplo, se estima que el Estado ruso invierte el 98% del gasto en I+D en el sector, tanto a través de institutos de investigación como de empresas estatales.

De acuerdo a los estándares de la OECD, los niveles de inversión del sector privado ruso en innovación son bajos. Para 2008 se calculaba que tan solo un

10% de las firmas del país había introducido una innovación a lo largo del último año; a la par, el nivel de ventas de esos productos innovadores sobre el total de ventas de cada firma, se estimó en un 5%. Se puede afirmar que uno de los principales legados del período soviético está dado por la fuerte separación que existe entre las esferas de la I+D y de la producción. Esta separación, y el hecho de que las empresas inviertan tan poco en I+D, genera que las firmas no tengan el conocimiento necesario para demandar I+D en forma eficiente, ni para tener una buena capacidad de absorción de tecnologías innovadoras.

Las reformas que se intentaron llevar adelante en el sistema ruso de CTI, muestran que las principales debilidades sistémicas, heredadas de la URSS, aún no fueron solventadas. Aún en áreas sensibles y estratégicas (casi todas excepto la de defensa), el sistema muestra que la I+D del país ha dejado de estar en la frontera tecnológica en la mayoría de los campos. Sólo en defensa se han mantenido capacidades muy importantes, principalmente debido a que el poder de compra en el estado ha servido para direccionar muy fuertemente las investigaciones y la producción.

4.1.1. Estrategia Nacional de Desarrollo de la Innovación de la Federación Rusa - 2020

Esta estrategia fija la orientación a largo plazo de los actores de la innovación, así como provee una guía para el financiamiento de la ciencia básica y aplicada, y el apoyo para su posterior comercialización. La estrategia está basada en los resultados de la evaluación sobre las capacidades innovadoras rusas, así como en pronósticos tecnológicos y científicos a largo plazo. La estrategia persigue los siguientes objetivos:

- Desarrollo de los recursos humanos;
- Incremento radical de las actividades de innovación en el sector empresarial;
- Creación de un clima de innovación en el sector público;
- Construcción de un sector de I+D eficiente y dinámico, incluyendo la posibilidad de comercializar los resultados de la I+D;
- Apertura de la economía rusa y su sistema de innovación, así como también una mejor integración al sistema de innovación global.

De política de ciencia y tecnología a estrategia de innovación

Como se mencionara anteriormente, los principales fundamentos de la política científica del país experimentaron grandes transformaciones desde los 90 a la fecha. En particular, se pasó de proteger los recursos humanos y las instituciones de ciencia y tecnología, con una visión más centrada en la idea de “sistema

científico-tecnológico", hacia una idea netamente orientada a los sistemas nacionales de innovación, la cual permeó en el discurso gubernamental y en las principales ideas que orientaron la aplicación de las políticas. Algunos de los hitos principales fueron:

- Un documento de 2002, en el que ya se menciona la idea de que la economía rusa debe estar fuertemente basada en la innovación;
- Un documento de 2005, que define los principales objetivos de la política de ciencia y tecnología desde una perspectiva de sistemas nacionales de innovación;
- La Estrategia para el Desarrollo de la Ciencia y la Innovación en la Federación Rusa para 2020, que fue aprobada en 2006, con la idea principal de formar un sistema nacional de innovación que pueda modernizar la economía y mejore la competitividad del país, transformando su potencial en ciencia en un recurso para el desarrollo económico sustentable;
- El lanzamiento de la iniciativa "Rusia Innovadora - 2020", en marzo de 2010, con lo que se buscó generar una estrategia de innovación más y mejor articulada con los conceptos de desarrollo económico de largo plazo, clarificando los objetivos del país, y estableciendo prioridades e instrumentos de política estatal. También se menciona la fuerte necesidad de involucrar más al sector privado en dicha estrategia.

Área estratégica: defensa

El nivel de inversiones rusas en defensa es muy sustancial: a pesar de la caída que se observó a comienzos de los 90 (con la disolución soviética), el nivel de gasto en el rubro continúa siendo muy significativo. Si bien hasta los 90 superaba el 50% del total de las inversiones estatales en I+D, para 2012 el gasto de I+D en defensa llegaba al 18% del total. En la actualidad, Rusia invierte entre 4500 y 4700 millones de dólares en I+D para la defensa, lo cual es una fracción del presupuesto de defensa del país, que llega a los 30.000 millones de dólares anuales. Rusia se encuentra en plena modernización de sus fuerzas armadas, lo que constituye una prioridad número uno para el país e implica una demanda muy importante hacia sus empresas de fabricación de armamento. Sin embargo, y a pesar de las fuertes inversiones en I+D para este rubro, en algunas áreas su sistema de producción no ha podido entregar toda la variedad de productos solicitados por el Ministerio de Defensa.

Una de las iniciativas lanzadas recientemente ha sido la de lanzar una institución que funcione como la versión rusa del centro de investigación estadounidense DARPA (La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa) y que movilice de manera más efectiva los recursos del país en el campo de la defensa, a fines de crear innovaciones radicales que puedan tener aplicaciones militares. También se están llevando adelante proyectos de desarrollos tecnológicos muy

agresivos, como el desarrollo de portaaviones nucleares, submarinos nucleares y aviones de combate de quinta y sexta generación, entre otros. Estos programas de I+D reúnen fondos cuantiosos y tienen períodos de desarrollo que se extienden a lo largo de diez años. Este instrumento se denomina Programas Estatales de Armamento (SAP, por sus siglas en inglés) y todas las adquisiciones gubernamentales en el área se encuadran bajo su órbita. En 2006 se adoptó el SAP que está vigente en la actualidad, y que cubre los años 2007-2015. El Ministerio de Defensa fija las prioridades en la asignación de los recursos, y para este período declararon como estratégicos los siguientes rubros: fuerzas nucleares estratégicas, sistemas de defensa aeroespacial, armas de ataque de precisión, y mejoramiento de infraestructura de defensa. En 2011 se lanzó un nuevo SAP (período 2012-2020) que tomó en cuenta ciertos cambios en las condiciones del contexto político y económico de Rusia. Este SAP planteó el reemplazo de la mayoría de los sistemas heredados del período soviético, así como la incorporación de todo un nuevo *set* de sistemas de armas, producidos (al menos en un 70%) por la industria rusa. Una de las características más importantes del SAP 2020 es que busca la implementación de innovaciones radicales en la mayor parte de las áreas de tecnología militar. En el período en cuestión se intentará que las fuerzas armadas rusas reciban sistemas de armas basados en diseños completamente nuevos, no simplemente en actualizaciones de sistemas viejos. Esto posiblemente resulte factible en las áreas militares estratégicas, en las cuales el país continuó invirtiendo en I+D a pesar de las crisis importantes que atravesó el sistema ruso. En cambio, en ciertas áreas en las cuales el país no cuenta con un historial muy extendido, los sistemas de armamentos rusos se encuentran por detrás de desarrollos no sólo occidentales, sino también chinos o de otros países. Un ejemplo de esto es el campo de los vehículos no tripulados, en la cual la mayoría de los desarrollos rusos se encuentran bastante retrasados con respecto a la misma clase de desarrollos, por ejemplo chinos o israelíes. Los requerimientos de las fuerzas armadas rusas debieron ser suplidos, en algunos casos, con material importado de Austria e Israel. También existen problemas en la provisión de equipamientos para infantería (rifles de precisión) y en equipamiento de logística (camiones de combustible).

Es preciso remarcar que a la hora de hablar de innovación en el área de defensa, resulta necesario identificar a qué se le denomina innovación bajo los estándares rusos. Esta definición está provista por el Servicio Federal de Estadísticas, que en 2008 estableció que un producto es considerado innovador si está designado o sufrió una actualización importante en los últimos tres años. Esta definición difícilmente sea útil para el equipamiento de defensa, que generalmente tiene períodos de desarrollo y ciclos de producción que exceden los diez años. El gobierno ha implementado, como medidas centrales de reorganización del sistema de producción para la defensa del país, la reestructuración de todos los activos industriales en 40 corporaciones especializadas. Estas compañías buscan satisfacer, por un lado, la necesidad de las fuerzas armadas del país para obtener equipamiento modernizado, así como incrementar la presencia de productos “civiles” en el mercado. Con la creación de estos grandes conglomerados, se

busca diversificar la producción industrial, y que dichos conglomerados puedan obtener ingresos por fuera de las compras militares gubernamentales. Si en la actualidad los productos de uso civil representan un 33% de las ventas de esas compañías, la intención del gobierno es llevar dicho porcentaje a superar un 50% del total.

El gobierno ruso está intentando fomentar las capacidades de innovación de la industria, implementando una batería de programas federales. Actualmente hay nueve programas que apoyan el desarrollo industrial. El principal de ellos es el Programa de Desarrollo Industrial para la Defensa 2020. Este programa sigue la misma lógica del SAP y también cuenta con una revisión quinquenal, tanto de sus objetivos como de sus resultados. Otros programas de desarrollo industrial para la defensa son: Desarrollo de la industria de armas nucleares; Programa Federal Espacial; Desarrollo de Tecnología Aeroespacial Civil; Desarrollo de la Industria Farmacéutica e Industria de Equipamiento Médico; Materiales Estratégicos; Componentes electrónicos y Microelectrónicos; Maquinarias y Desarrollo de Motores Diesel; y Glonass (sistema de satélites de posicionamiento global). Algunos de estos programas buscan sustituir importaciones en los mercados civiles, pero dado que son generados por corporaciones industriales militares, también se espera que mejoren las capacidades de innovación y productividad del sistema militar en su conjunto.

INDIA

La República de la India es el séptimo país más grande del mundo, con una superficie de 3,3 millones de kilómetros cuadrados, y el segundo más poblado, con una población de 1252 millones de personas. En 2014, su PBI alcanzó los 6.774.440 millones de dólares (de paridad de poder de compra) y su ingreso per cápita fue de 5150 dólares, el más bajo de todos los BRICS. Su gasto de inversión en I+D alcanza los 52.000 millones de dólares anuales, lo cual constituye el 0.82% de su PBI. Su gasto en el rubro se ha mantenido estable en los últimos años en términos porcentuales (por el fuerte crecimiento de la economía india en los últimos 15 años), aunque ha crecido notablemente en términos absolutos. El total de publicaciones anuales de los investigadores indios es de 106.000, mientras que las patentes otorgadas en Estados Unidos han pasado de 672 en 2008 a 7996 en 2013.

Sistema institucional

La formulación y administración de todas las políticas, leyes y regulaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología en India la realiza el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Dentro de la entidad, las actividades de coordinación y promoción de ciencia y tecnología son llevadas adelante por el Departamento de Ciencia y Tecnología (DST, por sus siglas en inglés), que fue fundado en 1971 con el objetivo de promover nuevas áreas científicas y tecnológicas, así como jugar un rol central en la organización, coordinación y promoción de dichas actividades. Las funciones principales del DST son:

- formular políticas relacionadas con ciencia y tecnología
- tratar asuntos relacionados con el Comité Científico Asesor del gabinete
- promover nuevas áreas en ciencia y tecnología, con especial énfasis en áreas emergentes
- fortalecer la I+D, a través de las instituciones de investigación o laboratorios asociados
- coordinar e integrar áreas de ciencia y tecnología con un enfoque inter-sectorial, y con el resto de las instituciones del sistema
- financiar la realización de encuestas, investigaciones y desarrollos;
- apoyar y dar subvenciones a instituciones de investigación científica, asociaciones científicas y otros organismos
- llevar adelante políticas de compras, financiación, personal, prácticas y políticas de importaciones, en departamentos o instituciones de ciencia y tecnología dependientes
- gestionar y coordinar los sistemas de información científicos

- tratar asuntos de ciencia y tecnología relacionados con la coordinación inter-estatal y departamental
- tratar asuntos relacionados con la comercialización de tecnologías
- realizar otras medidas de promoción de la ciencia y la tecnología y su aplicación al desarrollo y seguridad de la nación
- promover la ciencia y la tecnología a niveles estatales, regionales y municipales
- aplicación la ciencia y la tecnología en sectores vulnerables, con las mujeres y otras secciones desfavorecidas

En 1986 se creó el Consejo Científico Consultivo para el Primer Ministro (SAC-PM, por sus siglas en inglés). El objetivo de dicha institución fue crear un plan de objetivos y metas, así como informes sobre tecnologías emergentes y su posibilidad de aplicación en el país. En 1997, el gobierno constituyó el Comité del Gabinete Científico y Tecnológico. El SAC-PM está constituido por miembros de los departamentos científicos del gobierno de la India, laboratorios nacionales, instituciones académicas y personas de renombre, incluso provenientes de organizaciones de voluntarios. El comité tiene como misión aconsejar al gobierno sobre las medidas necesarias a implementar para mejorar el nivel científico y tecnológico del país. En ciertas áreas estratégicas, el gobierno creó distintos departamentos de I+D que llevan adelante los proyectos de innovación y desarrollo. Los departamentos científicos son:

- Departamento de Ciencia y Tecnología (DST, por sus siglas en inglés).
- Departamento de Biotecnología (DBT).
- Departamento de Energía Atómica (DAE).
- Departamento de Investigación Científica e Industrial (DSIR).
- Departamento de Investigación y Educación Agrícola (DARE).
- Departamento de Investigación de la Salud (DHR).
- Ministerio de Fuentes de Nuevas Energías y Renovables (MNRE).
- Ministerio de Tecnología de la Comunicación e Información (MCIT).
- Ministerio de Medioambiente y Bosques (MOEF).
- Departamento Espacial (DOS).
- Organización de Investigación para la Defensa y el Desarrollo (DRDO).
- Ministerio de Ciencias Terrestres.

A su vez, los gobiernos de cada Estado también tienen institutos de investigación, abocados a investigar problemáticas agrícolas o industriales locales. También son sede de instituciones de educación superior, que desarrollan actividades de I+D, tanto básica como aplicada.

Fomento de la innovación

En 2010 se creó el Consejo Nacional de Innovación (NInC, por sus siglas en inglés), que tiene por objetivo discutir, analizar y ayudar a implementar estrategias

de innovación inclusiva en India, así como formular la “Hoja de Ruta para la Innovación 2010-2020”. El NInC busca crear un sistema transversal que generará políticas, recomendaciones y metodologías para impulsar el desempeño del país en el ámbito de la innovación. A su vez, promueve el establecimiento de consejos de innovación estatales en cada Estado indio, a fines de que se replique a nivel estatal lo que el NInC está llevando adelante a nivel nacional. Los consejos serían los encargados de promover la agenda de innovación dentro de cada Estado, y de articular los talentos locales, los recursos y las capacidades para crear oportunidades nuevas. Las principales funciones de estos consejos son: promover a los investigadores jóvenes en las universidades locales, institutos y pymes; identificar las oportunidades de innovación en el estado; premiar al talento en innovación y publicitar las historias de éxito; organizar seminarios, charlas y talleres de innovación; crear un portal de innovación estatal, para educar acerca de la innovación; y generar contribuciones a la “Hoja de Ruta para la Innovación 2010-2020”.

Financiamiento público para instituciones de I+D

Las instituciones financiadas por el gobierno se clasifican en tres categorías amplias: laboratorios gubernamentales, institutos autónomos de I+D y universidades que realizan I+D. Los laboratorios están financiados por el gobierno de forma directa, y cada uno de ellos tiene una misión específica. Las instituciones autónomas de I+D generalmente son financiadas por uno o más de un departamento gubernamental de ciencia y tecnología, y tienen un mandato más amplio dentro de un área o campo de investigación. Estas instituciones cuentan con un período de evaluación periódico, por lo cual tienden a funcionar muy bien. Los científicos de esas unidades buscan financiamiento de agencias de financiamiento, de manera competitiva. El foco principal es el de investigación básica y la calidad de la investigación suele ser muy competitiva.

Las universidades, en muchos casos, están lejos de desarrollar I+D de calidad, principalmente debido a que dedican el grueso de su tiempo y recursos a la enseñanza, y cuentan con relativamente poco presupuesto para dedicar a tareas de I+D. La relación entre las universidades y el resto de las instituciones que realizan I+D es por lo general pobre, así como la relación que todas ellas tienen con la industria. Existen excepciones en algunos campos, que serán desarrollados más adelante. El grueso del financiamiento que perciben los investigadores radicados en la universidad tiende a crear una dinámica que los orienta a producir *papers*, más que a vincularse con el sector productivo o con los laboratorios gubernamentales que producen tecnología.

El grueso del financiamiento a las actividades de ciencia y tecnología en el país es gubernamental, lo que implica un desafío importante a las autoridades del país para incluir al sector productivo en la generación de mecanismos de financiamiento conjunto. Uno de los principales focos de los planes quinquenales

es trabajar con el sector privado en el apoyo a los sectores estratégicos identificados, que son: espacio, industria nuclear, ciencias del mar, biotecnología e investigación industrial. Cerca del 75% de las investigaciones financiadas con fondos públicos consiguen financiamientos a través de subsidios asignados de acuerdo a las prioridades de investigación nacionales. Además de estas instituciones, el gobierno creó cinco entidades profesionales dedicadas al fomento de la investigación científico-tecnológica en diferentes disciplinas:

- Academia Nacional de las Ciencias
- Academia Nacional India de Ingeniería
- Academia Nacional Científica de la India
- Asociación del Congreso Científico de la India
- Academia Científica de la India

Sistema universitario

El sistema de educación superior de la India incluye universidades públicas y privadas. Las públicas son financiadas por el gobierno nacional y los provinciales, mientras que las universidades privadas son financiadas por diversas sociedades e instituciones. El sistema universitario indio es uno de los más grandes del mundo. El número de universidades se incrementó 34 veces desde las 20 instituciones que había en 1950 a las 677 que existen en la actualidad. El sector también cuenta con 45 universidades centrales (de las cuales 40 están bajo la supervisión del Ministerio de Desarrollo de Recursos Humanos), 318 universidades estatales, 185 universidades estatales privadas, 129 institutos universitarios y 51 instituciones de importancia nacional. El número de *colleges*, a su vez, se incrementó 74 veces, desde los 500 que existían en 1950 a los 37.204 que existían en 2013.

Las universidades del país son reconocidas como tales por la Comisión de Subvenciones Universitaria (UGC, por sus siglas en inglés), la cual está a cargo de la coordinación y reglamentación de normas de enseñanza universitaria. También está a cargo de la acreditación de las universidades en India y de la distribución de fondos a los establecimientos de enseñanza superior acreditadas, así como a los institutos terciarios (Carnoy y Dossani, 2011). El gobierno central es el responsable central de las políticas universitarias en el país y le provee financiamiento a la UGC. El gobierno central también es responsable de la declaración de instituciones educativas como instituciones universitarias, bajo la recomendación de la UGC. Los gobiernos estatales son responsables del establecimiento de los colleges, y provee financiamiento para su desarrollo. La coordinación y cooperación entre el gobierno central y los estatales, se lleva adelante en el terreno de la educación a través de la Junta Central de Asesores de Educación (CABE, por sus siglas en inglés). A su vez, el poder legislativo tiene el poder para participar en la determinación de los estándares de las instituciones de educación superior, de investigación y desarrollo, técnico y científico.

Historia del sistema nacional científico, tecnológico y de innovación de la India

Los primeros pasos que dio el país para definir el rol de la ciencia y la tecnología en su desarrollo se dieron en el contexto de la Segunda Guerra Mundial y del gobierno colonial inglés, a través del establecimiento de la Junta de Investigación Científica e Industrial (CSIR, por sus siglas en inglés), en 1940. Poco tiempo después, y a partir de esa experiencia, se creó el Consejo de Investigación Científica e Industrial, en 1942. Previamente, en 1938, fue creado el Comité de Planeamiento Nacional, uno de los primeros ámbitos en los cuales los políticos y los científicos discutieron acerca de la inversión pública en tecnología.

A partir de la independencia del Reino Unido, en 1947, sus primeros gobernantes identificaron al avance científico como una de las vías de reducir las enormes disparidades sociales del país. Dado el escaso nivel de desarrollo del entramado productivo local, se veía dificultoso que éste pudiera encargarse de llevar adelante el proceso de desarrollo nacional. Los grandes conglomerados económicos estaban en manos de familias tradicionales, o de empresarios más propensos al comercio que a invertir en desarrollos tecnológicos o científicos; la inversión en dichos campos ha sido la excepción más que la regla en las principales empresas indias.

En ese contexto, el apoyo a la creación de las primeras instituciones científicas fue fruto de la visión de los primeros líderes del país. En sus comienzos, la instrumentación de los programas y la creación de una masa importante de recursos humanos se llevaron adelante a través de iniciativas gubernamentales que promovieron la creación de laboratorios nacionales, bajo la supervisión del CSIR. Dentro de ellas, resultaba fundamental la influencia que tenían algunos grupos industriales en dichos laboratorios, que impulsaron el desarrollo de una serie de laboratorios en áreas clave de investigación industrial. Un ejemplo de esto ha sido la creación del Departamento de Energía Atómica en 1953, que propuso dar énfasis a la inversión en energía nuclear, bajo la promesa de lograr la provisión de energía eléctrica barata a gran escala, así como aplicaciones de uso posible para la sociedad civil. Iniciativas como éstas muestran el rol fundamental que juega el Estado indio en el desarrollo científico y tecnológico del país. Esta iniciativa tuvo como antecedente la creación de la Comisión India de Energía Atómica en 1948.

Los esfuerzos de planeamiento a nivel nacional resultaron en la creación de planes de desarrollo de cinco años de duración cada uno: desde el primer plan quinquenal (1956-1961) hasta el sexto (1980-1985), la inversión en ciencia y tecnología se decuplicó. Dichos planes de desarrollo se realizaron con la participación actores provenientes de sectores industriales (química, electrónica, farmacéutica), así como distintos ministerios interesados. A comienzos de los 70,

se creó el Departamento de Ciencia y Tecnología (DST, por sus siglas en inglés), que se convirtió en la institución central para la coordinación de programas científicos.

En los 80 se crearon el Departamento de Desarrollo Marítimo y el Departamento de Biotecnología. Estos años marcaron un cambio muy claro en la concepción de las políticas científicas: a partir de este momento comenzó a tener mucha fuerza la "perspectiva del planeamiento". En un documento de 1983 (Declaración de Política Tecnológica), se identificaron como áreas tecnológicas prioritarias la alimentación, la vivienda, la energía y la industria. En este documento aparece, también, la necesidad de asegurar la sostenibilidad ambiental de dichos desarrollos, junto con la importancia de considerar los efectos de largo plazo de los desarrollos tecnológicos. A lo largo de la década se identificó como crucial concentrar un nivel elevado de financiamiento para todas las áreas que fueron seleccionadas como estratégicas. A tal fin, se priorizó una menor cantidad de áreas, para que los recursos invertidos realmente pudieran generar un impacto importante. Dentro de las áreas definidas, se les concedió especial relevancia a la biotecnología, las TIC, la tecnología espacial, la tecnología de materiales y la oceanografía. Así como los planes previos tenían un enfoque más horizontal, con los planes que se gestaron en la década de los 80 se buscó enfocar las inversiones desde una perspectiva más sectorial. Para finales de la década, la India había desarrollado infraestructura científica y tecnológica avanzada que incluía: un sector de energía nuclear independiente; un sector espacial con capacidades fuertes en comunicación y en sensoramiento remoto; una cadena de laboratorios industriales que cubrían un rango de áreas muy diversas; y una red de laboratorios de investigación en defensa. También se desarrolló un sistema de investigación nacional en agricultura que permitió incrementar la productividad agrícola y ayudó a aumentar la diversidad productiva del país. Otra área que se vio fortalecida fue la de salud, que logró aumentar las capacidades del país en enseñanza y cobertura sanitaria.

Más allá de que la dirigencia del país tenía conciencia acerca de la importancia de la relación entre los centros de investigación con el sector productivo, el grueso de las políticas estaba anclado fuertemente en el modelo lineal de innovación. Se concebía a los laboratorios como la cima de un sistema de jerarquía en el cual las unidades productivas eran la base; el modelo implicaba, así, cierto efecto derrame desde los centros de I+D hacia las empresas. Los 90 marcaron una etapa de reformas que fueron centrales porque modificaron una concepción central de la política económica y científica, que asumía el reto de lograr la autosuficiencia económica y tecnológica. A lo largo de esta década se impulsaron reformas estructurales en el país, de corte neoliberal, impulsadas por organismos multilaterales de crédito. La modificación en las políticas económicas y de regulación trajo aparejado un impacto muy profundo en las políticas de ciencia y tecnología. Es aquí cuando se dio el giro hacia las nuevas concepciones asociadas con la inserción del país en los sistemas globales de producción, alejándose paulatinamente de las concepciones más lineales de las políticas científico-tecnológicas. Si bien no se abandonó del todo la idea de autosuficiencia (especialmente en la industria nuclear, espacial y de defensa), sí se puso mayor

énfasis en la integración india con las cadenas globales de valor. El segundo cambio importante fue el de la creciente aceptación del régimen global de propiedad intelectual. Hubo una importante discusión en los sectores productivos del país acerca de si era conveniente para el país adoptarlo o no. Finalmente se llegó a una suerte de consenso, mediante el cual se consideró que la inclusión del país en el régimen global de propiedad intelectual sería positiva para impulsar la innovación en el país. El tercer cambio central fue el de concebir al sector privado como el motor de los procesos de innovación y cambio tecnológico. El rol secundario que había tenido el sector privado hasta el momento parecía deberse a la falta de regulación en cuanto a los derechos de propiedad intelectual, lo cual desmotivaba a los empresarios a invertir en I+D y a generar procesos de adopción de innovaciones.

Durante esta etapa de cambios en las políticas científicas, se veía como una de las principales fortalezas del país a la gran base de recursos humanos en ciencia, así como al rango grande de instituciones que podían llevar adelante actividades de I+D, a un costo menor que en los países desarrollados. Lo que se debatía era si las condiciones presentes eran suficientes como para sostener el rol de la India como un actor central en la economía global, o si esa dotación de recursos sólo alcanzaría para que el país se convirtiese en un destino global de tercerización de la creación del conocimiento. En el último caso, el riesgo principal iba a ser contar con enclaves de ciencia, tecnología e innovación en algunos sectores, que difícilmente pudieran crear un proceso sostenido y de gran alcance de creación de conocimiento que dinamice la economía del país. A la par, las políticas en ciencia, tecnología e innovación en esta época dejaron de incentivar la producción de conocimiento “libre”, para enfocarse en la creación de un conocimiento que pudiera ser apropiado por el sector productivo.

Lineamientos de política en la actualidad

La política científica y tecnológica de la India apunta a dar cuenta de dos cuestiones fundamentales: la promoción de soluciones tecnológicas específicas de adopción horizontal que combatan problemas como la escasez de agua, la productividad agrícola, el manejo de los residuos urbanos; y el fortalecimiento del Estado como promotor de la inversión en áreas tecnológicas emergentes que son consideradas críticas para lograr el avance económico.

Entre las principales ventajas con las que cuenta la India, se encuentra la de haber demostrado ser capaz de producir I+D de calidad en una cantidad de áreas estratégicas, habiendo logrado autosuficiencia en producción de granos, la erradicación de enfermedades como la varicela, la reducción de la mortalidad infantil y el aumento de la esperanza de vida, el desarrollo de tecnologías en salud, agricultura y electricidad, la capacidad de construir y operar reactores nucleares, el desarrollo y el lanzamiento de satélites, la realización de aplicaciones para tecnología espacial y servicios meteorológicos, entre otros. La preocupación

por la innovación ha crecido en importancia en los últimos años: en los últimos cinco años el presupuesto para I+D creció a una tasa del 25% anual. A pesar de eso, el gasto total en el rubro asciende al 1% del PBI. Los principales lineamientos de política del país buscan lograr que la India se convierta en una de las cinco principales potencias científicas del mundo para 2020. Se propone usar a la ciencia, la tecnología y la innovación para que el crecimiento sea más rápido, sustentable e inclusivo, así como impulsar la innovación a través de la I+D financiada por el sector privado, el aumento en la publicación de *papers* y la consecución de la igualdad de género en ciencia y tecnología (*India-Visión 2020*, 2002). Para cumplir con dichos objetivos, fueron planeadas las siguientes acciones:

- Presupuesto: incrementar el gasto en I+D al 2% del PBI en los próximos cinco años, creando el medio ambiente para estimular la inversión en I+D del sector privado.
- Personal: incrementar el número de personal en I+D en un 66% en los próximos cinco años.
- Empresas: identificar diez sectores de alto potencial en los cuales invertir más recursos de ciencia, tecnología e innovación; incrementar la intensidad de I+D en el sector servicios; compartir el riesgo de la inversión en I+D con el sector privado; generar nuevos mecanismos de financiamiento para emprendedores; crear una política pública que favorezca la adquisición de innovaciones autóctonas; lograr una mejor sinergia entre la I+D en la agricultura con la política de ciencia, tecnología e innovación.
- Cambio climático: implementar activamente el Plan de Acción Nacional para el Cambio Climático, y proveer incentivos para las manufacturas verdes.
- Consorcios público-privados: facilitar la inversión en proyectos de ciencia y tecnología bajo la modalidad de CPP y en centros de investigación de I+D a gran escala; establecer incubadoras de negocios tecnológicos; y tratar a las instituciones de I+D del sector privado a la par de las instituciones del sector público a la hora de entregar fondos públicos.
- Derechos de propiedad intelectual: modificar los DPI para bienes sociales y para DPI generados bajo CPP; establecer un marco regulatorio para compartir los DPI entre inversores e inventores.
- Participación: fomentar la participación de todos los actores participantes de la ciencia, la tecnología y la innovación, incluyendo a sectores desfavorecidos, personas con discapacidad, mujeres, ONG que podrían tener un rol en cuestiones de ciencia, tecnología e innovación de de base; fortalecer los consejos estatales de ciencia y tecnología, socios internacionales a través de la creación de alianzas estratégicas bilaterales y multilaterales.
- Concientización pública: lanzar “libros blancos” sobre proyectos científicos, a fines de generar concientización pública acerca de las implicancias éticas, sociales y económicas de distintas iniciativas científico-tecnológicas.

Plan Nacional

India ha desarrollado, desde la década del 50, planes de desarrollo quinquenales. Actualmente el país se encuentra llevando adelante el décimo segundo plan quinquenal, y tiene un capítulo dedicado a la ciencia y la tecnología. En él se plantea la necesidad que tiene el país de fortalecer la base de conocimiento, a fines de contribuir al desarrollo económico y social del país. Se parte de considerar que las principales ventajas comparativas las poseen los países que tienen la capacidad de absorber, asimilar y adoptar los avances en ciencia y tecnología más pronunciados en las distintas áreas del conocimiento. En este plan se plantea un cambio de paradigma en cuanto al abordaje de la ciencia y la tecnología: se busca pasar a una estrategia de desarrollo con una dirección estatal más fina, que permita la creación de un ecosistema de innovación que sea más capaz de transformar los resultados de la I+D en productos o servicios que estén en línea con los objetivos identificados como deseables por la política nacional. El enfoque adoptado en el decimosegundo plan pone un énfasis especial al desarrollo de tecnologías autóctonas y a la adopción de las últimas tecnologías disponibles en el mundo. El plan plantea realizar esfuerzos especiales en las áreas en las cuales el país posee ciertas ventajas competitivas y donde los beneficios de la ciencia y la tecnología puedan difundirse a los sectores que más lo necesiten. También se busca desarrollar tecnologías innovadoras que puedan dar cuenta de las necesidades del país, así como proteger y sumar valor a los recursos autóctonos, biodiversidad, y preservar los conocimientos tradicionales del país.

El plan evalúa que las ventajas competitivas de las exportaciones indias están basadas en la mano de obra barata y en la abundancia de recursos naturales; las exportaciones son, en su gran mayoría, de una intensidad tecnológica baja. Por ello, el plan enfatiza la necesidad de aumentar la intensidad tecnológica del conjunto de las exportaciones, así como conseguir exportar tecnología. Las áreas tecnológicas que fueron priorizadas son las que provean soluciones creativas y económicas en servicios sanitarios, control de la población, mitigación de los efectos de los desastres naturales, conservación del suelo, del agua y de los recursos energéticos y su manejo integrado para el desarrollo sustentable. La India posee ventajas comparativas en informática y en biotecnología, en cuanto a desarrollo de las capacidades académicas y empresariales. A pesar de esto, el plan busca aumentar el financiamiento a la agricultura, a las industrias basadas en el agro y a sectores de infraestructura como energía, transporte, comunicación y vivienda.

Una de las principales debilidades del sistema de I+D de la India está relacionada con la falta de enlaces fuertes con el sector productivo, lo cual resulta en que la I+D sea de índole más académica, con pocas aplicaciones y bajo nivel de comercialización y patentamiento. Otra cuestión problemática está asociada con la falta de desarrollo adecuado de la infraestructura de investigación en áreas estratégicas, lo cual actúa como un factor limitante al desarrollo de la I+D. También se cuenta con un grave problema de obsolescencia en muchos

laboratorios e instituciones académicas, motivado por el rápido nivel de cambio del equipamiento necesario para llevar adelante investigaciones.

Una de las principales industrias de exportación del país es la de informática, que es muy intensiva en conocimiento y en mano de obra, y requiere I+D de manera continua. Las principales problemáticas que se detectan están concentradas en el sector servicios, en el cual la productividad tiende a ser baja. Dado que el grueso de la facturación del sector se realiza en filiales de empresas extranjeras, el porcentaje de patentes locales del sector es escaso. Para que el país se convierta en una potencia del rubro, debe fortalecer el sector de *hardware* y *software* en forma conjunta, así como poner más énfasis en la I+D y en los derechos de propiedad intelectual en el área.

Debate sobre políticas en ciencia, tecnología e innovación: la innovación frugal

La cuestión de la innovación y del rol que juega en el desarrollo económico se ha traducido en la aparición de algunos conceptos que marcan ciertos aspectos distintivos del país en el área. En particular, existe un debate muy extendido acerca del concepto de "innovación frugal". Esta idea nace de un concepto en idioma hindi denominado "*jugaad*", que significa "improvisación inteligente". Este concepto, de muy amplia difusión en el país, sustenta un tipo de innovación que está relacionada con lograr el mayor resultado con la menor cantidad de recursos posible. La idea de innovación frugal está relacionada con una serie de factores, entre los cuales se cuentan una cultura con rasgos peculiares propensa a la "innovación creativa"; un mercado de enormes dimensiones, con una clase media en expansión; unas condiciones deficientes en cuanto al acceso a los servicios de una gran parte de su población, que requieren la implementación de innovaciones de bajo costo; y un enfoque en las políticas científicas que intenta priorizar "conseguir más con menos", así como se intenta desarrollar instituciones que puedan derivar en innovaciones frugales de alto impacto (Bound y Thornton, 2012).

La innovación frugal parte de modificar la forma en la cual el sector productivo lleva adelante las innovaciones: los productos y los procesos productivos se diseñan teniendo como objetivo central cumplir toda una serie de restricciones que es necesario tener en cuenta (precio, robustez, funcionalidad, alcance). Esto implica diseñar y fabricar productos o servicios que sean extremadamente simples, y que cumplan a la perfección la función para la cual fueron diseñados. Como ejemplo de esto: en el sector salud, *Aravind Eye Hospitals* se ha convertido en una cadena de hospitales oftalmológicos que han realizado casi cuatro millones de cirugías oculares en 36 años, en su gran mayoría gratis o de muy bajo costo. El modelo de estos hospitales ha logrado reducir los costos en un 80%, utilizando economías de escala y estandarización de procesos. Este modelo fue posteriormente adoptado por numerosos hospitales del país, mediante la

transferencia de conocimiento de los procesos de aprendizaje institucional que lograron los directivos de los *Aravind Eye Hospitals*, lo cual se convirtió en un ejemplo de innovaciones de bajo costo en el sector sanitario indio. Otro ejemplo interesante en el sector sanitario está dado por la aplicación de las técnicas masivas de producción de Henry Ford en un hospital en Bangalore que tiene 1000 camas, en el cual un equipo de 40 cardiólogos practica cerca de 600 operaciones por semana. Esta enorme cantidad de operaciones no sólo les permite a los cardiólogos conseguir una gran experiencia, sino bajar dramáticamente el costo de las cirugías. Una cirugía a corazón abierto allí cuesta 2000 dólares, mientras que la misma en los Estados Unidos cuesta de 20.000 a 100.000 dólares.

De acuerdo con reportes de las autoridades gubernamentales, India necesita una estrategia que consiga desarrollar un "modelo de desarrollo indio" en el cual se puedan dar innovaciones frugales, distribuidas y diversas, que produzcan bienes y servicios más "frugales", que sean asequibles para personas de bajos ingresos, sin comprometer la seguridad, eficiencia y utilidad de dichos productos. El país, entonces, necesitaría también innovaciones que sean frugales en términos de los recursos que requieren, así como en el impacto social y ambiental, que debe ser sustentable.

El concepto de innovación frugal se basa en tres pilares: la externalización, las economías de escala y los nuevos modelos de negocios. En el primer caso, se busca ajustar la estructura de costos, de manera tal que todos los procesos no esenciales se puedan tercerizar, con las garantías necesarias y a muy bajo costo. En el segundo caso, se trata de aprovechar las grandes dimensiones del mercado para crear bienes y servicios en muy gran escala, como forma de ajustar los costos. En el tercer caso, se busca encontrar vías innovadoras de hacer llegar los productos a los competidores, encontrando fórmulas nuevas de comercialización como la suscripción, el pago por uso, entre otras (Megias, 2012).

El concepto de innovación frugal ha cobrado relevancia a nivel mundial, llegando a ser observado con detenimiento tanto por el periodismo especializado de Occidente, como por firmas globales, que comienzan a inquietarse por el alcance que tienen algunos productos (que pueden considerarse innovaciones frugales) en sus mercados de origen. Existen casos de firmas indias que comenzaron a captar una buena proporción del mercado de los Estados Unidos en ciertos sectores: la empresa Mahindra & Mahindra introdujo sus tractores pequeños en el mercado de pequeños granjeros norteamericanos, captando el 60% de dicho mercado, lo cual forzó a la empresa John Deere a reaccionar desarrollando un producto similar. La importancia de la innovación ha crecido de manera tal que universidades de elite norteamericanas han comenzado a instalar laboratorios de innovación frugal, mientras que desde la Oficina de Innovación Social del gobierno estadounidense se está fomentando el desarrollo de los emprendedores de base en el sector de salud y de energía.

Dentro de la agenda gubernamental en la India, el concepto de innovación ha crecido en importancia a lo largo de los años: se ha declarado que los próximos diez años serán la “Década de la Innovación”.

Sector estratégico: agricultura

A partir de su independencia de Inglaterra, el gobierno indio se enfocó en intentar eliminar uno de los principales problemas del país: el hambre y la inanición. El gobierno consideró que lograr ejecutar una política que incluyera alimentación disponible para toda su población era una prioridad central de su mandato. A su vez, la búsqueda del país por lograr la industrialización en gran escala requería que la población estuviera alimentada lo suficientemente bien como para contar con grandes cantidades de recursos humanos disponibles.

Para fines de los 50, India se encontró con una de las peores hambrunas de su historia. Años de sequía, sumados a la baja productividad de su agro, llevaron a que las existencias de granos llegaran a sus mínimos históricos. El país debió importar esos años un promedio de dos millones de toneladas anuales para evitar hambrunas masivas. En el contexto de la Guerra Fría, la India había desarrollado relaciones muy fuertes con la Unión Soviética, a la que había pedido asistencia para importar los granos faltantes. Estados Unidos, entonces, decidió aumentar en forma exponencial sus ayudas alimentarias, no sólo por preocupaciones humanitarias, sino también como manera de profundizar los vínculos con el país y de evitar la expansión del comunismo.

El gobierno indio buscó de manera activa generar todos los mecanismos posibles para aumentar la provisión de alimentos, con un programa masivo llamado “Campaña para cultivar más alimentos”. Esta campaña implicó, con la ayuda externa mencionada anteriormente, dejar atrás toda una historia de mala gestión agrícola de la época colonial, que implicaba una dependencia de los suministros extranjeros, lo cual ejercía una fuerte influencia en la política exterior del país. Así, grandes fundaciones estadounidenses comenzaron a involucrarse en los programas alimentarios indios, proveyendo asistencias técnicas y transferencias de tecnologías, a fines de aumentar la productividad agrícola y solucionar el problema del hambre en el país. La Fundación Ford propuso un programa de desarrollo comunitario, que proponía incrementar la producción de alimentos, mejorar la calidad de vida rural en India e incorporar a crecientes sectores de la sociedad en el capitalismo. Este plan sedujo al gobierno, que vio la posibilidad de lograr la autosuficiencia alimentaria junto con la modernización social y económica del sector agrícola. La Fundación Rockefeller, por su parte, y luego de la aprobación de la propuesta de Ford, se enfocó en la investigación agrícola para mejorar variedades de granos, como vía para lograr el aumento de la productividad.

Durante el desarrollo de lo que luego se conocería como la “revolución verde”, se puso el foco en todo un *set* de innovaciones que modificarían por completo el paisaje agrícola del país. Se incorporaron nuevas variedades, fertilizantes químicos, pesticidas, tractores, trilladoras, bombas de agua, cosechadoras, entre otros. Los elementos principales de la revolución verde, entonces, fueron la expansión continua del área cultivable, la realización de cultivos dobles y la utilización de semillas mejoradas genéticamente. Este modelo tuvo éxito en la medida en que se pasó de una agricultura tradicional a una agricultura más intensiva en capital e insumos. Esto implicó que una gran proporción de los agricultores campesinos quedaran fuera del mercado, y que los principales beneficios los obtuvieran los terratenientes, que podían aplicar un modelo más intensivo en capital que en trabajo. El cambio en las prácticas agrícolas también significó que se concentrara la producción en pocos cultivos y pocas variedades (principalmente trigo y arroz), perdiendo buena parte de los cultivos y variedades tradicionales. En algunas de las regiones agrícolas más ricas del país, se pasó de cultivar 250 variedades a tan sólo dos. El modelo intensivo en capital también tuvo (y tiene) externalidades ambientales muy negativas, no sólo por la pérdida de las variedades tradicionales, sino también por el alto consumo de insumos que dependen del petróleo y del gas.

En la actualidad, la agricultura en India continúa teniendo una importancia central en la economía, empleando a más del 50% del total de la fuerza laboral del país. Si bien continúa teniendo importancia en cuanto a generación de empleos, ha perdido dinamismo en las últimas décadas: no ha podido mantener un nivel de crecimiento que acompañe a otros sectores de la economía. Por ello, en los últimos dos planes quinquenales se ha puesto mucho énfasis en invertir importantes sumas de dinero en I+D aplicada al agro, para dinamizar el sector, por un lado, pero también para cumplir los objetivos del país de lograr un crecimiento inclusivo, que no descuide la soberanía alimentaria. A tales fines, y en consonancia con las medidas más globales que se han diseñado con miras al último plan quinquenal en vigencia, se ha propuesto un conjunto de iniciativas que incluyen la creación de un fondo para infraestructuras tecnológicas en temáticas agrícolas y la identificación de las tecnologías apropiadas para crear una segunda revolución verde, poniendo especial énfasis en una “revolución proteica”.

TURQUÍA

Turquía tiene 74 millones de habitantes y actualmente lidera los pronósticos de crecimiento económico entre las naciones miembros de la OECD. Estos pronósticos se basan los indicadores que demuestran que, en menos de una década, se ha posicionado como la 18º economía más grande del mundo. Según datos del Banco Mundial, Turquía tiene un PBI de 1.421.881 millones de dólares (de paridad de poder de compra) y en los últimos años ha triplicado el ingreso per cápita, que actualmente supera los 10.000 dólares. También ha aumentado el gasto en I+D, pasando de un 0,54% del PBI en 2001 al 0,95% en 2013, según el Instituto de Estadística de Turquía (TUIK). Como parte de los planes a largo plazo, el gobierno ha fijado el objetivo de aumentar la proporción de las inversiones en I+D al 3% del PIB en 2023. El aumento del gasto en I+D es una de las medidas estratégicas para el impulso de la ciencia y la tecnología como bases del crecimiento. Las publicaciones científicas pasaron de 10.677 en 2003 a 26.259 en 2013, ubicando al país en el puesto 18º en el ranking de publicaciones mundiales. Las solicitudes de patentes locales al Instituto Turco de Patentes pasó de 685 en 2004 a 4732 en 2014.

Sistema institucional

En el sistema institucional de ciencia, tecnología e innovación de Turquía se interrelacionan una gran cantidad de áreas de la gestión estatal con otros actores interesados como ONG, el sector industrial y las pymes. Las principales instituciones del sistema son el Consejo Supremo de Ciencia y Tecnología (SCST) y el TÜBITAK; otra institución relevante es el recientemente nombrado Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología. Desde 2011, el enfoque adoptado para el diseño de políticas está basado en el concepto de ecosistema, a partir del cual se habilita una participación amplia de actores estatales y no estatales. Los recursos de I+D se desenvuelven en el marco de lo que se denomina *Turkish Research Area* (TARAL).

Según el enfoque adoptado, la definición de prioridades en ciencia y tecnología se realiza a partir de la participación amplia de actores, con una metodología que combina estrategias cualitativas y cuantitativas, *focus group* e iniciativas *bottom-up* (OECD, 2014). El sistema en su totalidad está orientado a la innovación productiva centrada en el sector empresarial. En el sistema nacional de innovación se destaca la participación de una pluralidad de instituciones que se nombrarán más adelante. Aquí se detallan los principales organismos de diseño de políticas en ciencia y tecnología.

El Consejo Supremo de Ciencia y Tecnología (SCST)

Es el órgano de más alto rango en ciencia, tecnología e innovación. Está presidido por el Primer Ministro y tiene poder de decisión sobre las políticas nacionales en el campo. Cuenta con un consejo permanente compuesto por los ministros de Defensa, Finanzas, Educación, Salud, Agricultura y Asuntos Agrarios, Industria y Comercio, Energía y Recursos Naturales, Bosques y Medio Ambiente; el director del Consejo de Educación Superior, el subsecretario de Planificación Estatal, el subsecretario del Tesoro y Comercio exterior, el director de la Autoridad Turca de Energía Atómica, el presidente y vicepresidente del TÜBITAK, el director general de Radio y Televisión Nacional y miembros de otros sectores que funcionan como asesores invitados. El SCST se creó con el fin de diseñar, coordinar y realizar seguimiento de las políticas en las áreas de ciencia y tecnología, de acuerdo con los objetivos nacionales de desarrollo económico y social. Según se describe en el sitio web institucional, sus funciones son:

- Asistir al gobierno en la definición de políticas de ciencia y tecnología a largo plazo,
- Identificar los objetivos de I + D en relación con las áreas de ciencia y tecnología,
- Identificar las áreas prioritarias en I+D y preparar planes y programas para su desarrollo,
- Asignar tareas a las distintas dependencias públicas que contribuyan a la ejecución de los planes y programas definidos,
- Cooperar con el sector privado en la identificación de regulaciones y esquemas de promoción.
- Preparar proyectos de ley y trabajar sobre la legislación en pos de contribuir e impulsar el desarrollo y maximizar la eficacia del sistema de ciencia y tecnología,
- Identificar los medios para el desarrollo y la utilización eficaz de los recursos humanos en I+D y asegurar su aplicación,
- Establecer los procedimientos para la creación de centros de I+D en instituciones privadas, así como también monitorear y evaluar sus actividades,
- Determinar en qué campos de investigación y en qué proporciones se realizar la inversión en I + D,
- Coordinar a los diferentes sectores e instituciones en las etapas de programación y ejecución de actividades de I+D.

Este consejo se formó en 1983, pero su primera reunión operativa se realizó en 1989. A partir de allí se abrió una nueva etapa para el sistema de ciencia y tecnología de Turquía. La participación de los diferentes sectores se ha ido incrementando año a año. A partir de su décima reunión, en 2005, se definió que su periodicidad sea bianual, en respuesta a los objetivos de desarrollo de las capacidades de I+D del país y del afianzamiento de una cultura institucional que las promoviera. En la actualidad, en las reuniones del SCST participan más de un centenar de actores representantes de los organismos gubernamentales, de los sectores más altos de la educación y del sector empresario. La inclusión de una

amplia base de partes interesadas permite que el Consejo funcione como un medio eficaz para la consulta sistemática y el diálogo. Además, habilita un proceso de toma de decisiones más participativo y contribuye a aumentar los compromisos para la implementación de las políticas.

El SCST es el órgano que articula la definición de políticas científico-tecnológicas con su aplicación. Esto lo hace a través del TÜBITAK (Consejo de Investigación Científica y Tecnológica de Turquía), institución responsable de la difusión y el seguimiento de las aplicaciones de las resoluciones del Consejo.

El Consejo de Investigación Científica y Tecnológica de Turquía (TÜBİTAK)

Fue creado en 1963. Es el organismo encargado de la gestión, el financiamiento y la promoción de la investigación en Turquía. Es una institución autónoma y se rige por un consejo científico cuyos miembros son destacados académicos de las universidades, la industria y las instituciones de investigación. Es responsable de promover, desarrollar, organizar, dirigir y coordinar la I+D en línea con los objetivos y prioridades nacionales. Actúa como organismo asesor del gobierno sobre temas científicos y de investigación, y además es la secretaría del Consejo Supremo para la Ciencia y Tecnología (SCST).

El TÜBİTAK no sólo apoya la innovación y la I+D académica e industrial, sino que también, en consonancia con las prioridades nacionales de I+D, desarrolla políticas científicas y tecnológicas, gestiona centros de I+D y conduce la realización de estudios de investigación, tecnología y desarrollo. Financia proyectos de investigación de universidades y otras organizaciones públicas y privadas; impulsa investigaciones en áreas estratégicas; desarrolla programas de apoyo para los sectores público y privado; publica revistas científicas, revistas de divulgación científica y libros; organiza actividades de vinculación ciencia-sociedad y apoya a estudiantes de grado y posgrado a través de becas. Tiene 15 centros de investigación donde trabajan más de 1500 investigadores.

Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología

El Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología es la denominación que desde 2011 tiene el que fuera el Ministerio de Industria y Comercio. Según las funciones principales descritas en la página institucional, la principal injerencia de este ministerio es en la promoción de la I+D en el sector industrial y empresario. Entre sus funciones se destacan:

- desarrollar planes orientados al desarrollo industrial y formular estadísticas y análisis del desempeño del sector,
- en cooperación con los organismos afiliados (el TÜBITAK y la oficina de Patentes, entre otros), implementar y asegurar el fortalecimiento de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, así como financiar y apoyar programas y proyectos de investigación, desarrollo e innovación, e implementar mediciones y evaluaciones,

- planificar, establecer y estructurar la organización de zonas industriales, otorgando facilidades para el tratamiento del agua, infraestructura y superestructura de las empresas, y definir las condiciones y calificaciones que las empresas deber cumplir y auditar sus actividades,
- definir protocolos y llevar adelante acuerdos bilaterales y multilaterales de cooperación científica, industrial y técnica, así como diseñar y coordinar proyectos y programas conjuntos con la Unión Europea y otras instituciones internacionales.

Lineamientos de política en la actualidad

Uno de los aspectos más relevantes en los lineamientos de política de ciencia y tecnología de Turquía es el modo en que los diferentes sectores se interrelacionan y trabajan estratégicamente para la I+D y la innovación, en lo que se denomina TARAL (*Turkish Research Area*). Puesto en funcionamiento desde 2004, este mecanismo coordinado por el TÜBITAK promueve el trabajo conjunto de universidades, sector empresario, ONG y agencias públicas. A partir de este modelo se espera que se cumplan los siguientes objetivos: mejorar la calidad de vida, encontrar soluciones innovadoras a las necesidades sociales, aumentar la competitividad del país, impulsar y difundir la conciencia sobre la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Para ello se definieron, como políticas de apoyo, el aumento del gasto en I+D (creció un 8,2% al año), estimular la demanda de I+D y aumentar el personal calificado. En este sentido, se formuló una nueva inversión pública con presupuesto adicional para ser ejecutado por TARAL en actividades de I+D e innovación. Este modelo desencadenó un tipo particular de movilización de recursos y actores hacia objetivos socioeconómicos, orientados al desarrollo nacional, y le ha permitido avanzar en la construcción de capacidades en ciencia, tecnología e innovación.

Estrategia Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (UBTyS, 2011-2016)

En la actualidad se encuentra en implementación, aprobada por SCST. El objetivo central de esta estrategia es: “contribuir al nuevo conocimiento y desarrollar tecnologías innovadoras para mejorar la calidad de vida, transformando ese conocimiento y tecnologías en productos, procesos y servicios que beneficien al país y a la humanidad”. Para cumplir con ese objetivo se estimula, en el marco del fortalecimiento del modelo TARAL, una cultura de cooperación multilateral y multidisciplinaria, de promoción de los recursos sectoriales y regionales y con impulso a las pymes, para convertirse en un actor fuerte dentro del sistema nacional de innovación. La estrategia nacional fue diseñada con una perspectiva “centrada en misiones” para las áreas con fuertes capacidades en I+D e innovación, tales como la industria automotriz, la manufactura y las TIC. Está orientada a las necesidades para las áreas que deben acelerarse, tales como:

defensa, espacio, energía, agua y alimento, salud. Estas áreas son consideradas clave en términos estratégicos y geopolíticos. Por último, también se contemplan estrategias de *bottom-up*, otorgando oportunidades para que la industria, las universidades y los centros de investigación generen proyectos en investigación básica, aplicada y de "frontera" (*frontier research*).

En total, el plan UBTyS ha puesto foco en nueve áreas prioritarias a nivel nacional: automotriz (proyecto modelo: vehículos eléctricos nacionales), maquinarias y tecnologías de manufactura, energía, TIC, agua, alimentos, defensa, industria aeroespacial y salud. Las prioridades fueron establecidas a partir de reuniones con los sectores, consultas y construcción de consensos. Desde 2012 se hicieron unas cien convocatorias dentro de los campos prioritarios, coordinados por el programa de convocatorias del TÜBITAK. El Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología está preparando también planes de acción y estrategias de innovación para biotecnología y nanotecnología (en tanto tecnologías transversales), e I+D en software para TIC.

Los principales instrumentos de política y mecanismos de promoción implementados en la última década son los siguientes.

2.1.1. Promoción del emprendedurismo y de la investigación tecnológica u orientada a la innovación

Fuerte énfasis en nuevos programas de financiamiento para incrementar el número de pequeñas y medianas empresas innovadoras y fomentar la creación de firmas tecnológicas. Un ejemplo: el Programa de Financiamiento para I+D e innovación en pymes e iniciativas "tecno-emprendedoras" (*SME RDI Grant Program and Techno-Entrepreneurship initiatives*).

2.1.2. Estimulación de la circulación de conocimiento y las redes de cooperación en I+D

Nuevos programas para la formación de redes de cooperación y circulación de conocimiento como: las Zonas de Desarrollo Tecnológico (*Techno-Parks*), los programas de financiamiento de tesis orientadas a la industria, el Programa de Financiamiento para Iniciativas de Formación de Plataformas y Redes de Cooperación Científica y Tecnológica, las Plataformas Tecnológicas (ISBAP).

2.1.3. Marco legal para la promoción de actividades de I+D

Programas de difusión y concientización sobre la existencia de un marco legal que estimula las actividades de I+D. Por ejemplo: incentivos impositivos a las actividades de I+D.

2.1.4. Fortalecimiento de la demanda de I+D e innovación a través de la adquisición pública

Utilización de la adquisición pública de I+D como una medición de la demanda. Ejemplo: el programa de financiamiento para proyectos de investigación de instituciones públicas para registrar las necesidades en I+D que estas instituciones tienen.

2.1.5. Promoción de la investigación académica exploratoria como sustento de la innovación
Incremento sustancial del financiamiento público para I+D (*Within the conjecture of substantially increased direct public support for R&D*), orientado a enfatizar la investigación básica exploratoria para sustentar la innovación futura.

2.1.6. Mejoramiento de la infraestructura dentro del sistema de ciencia, tecnología e innovación
Programas para mejorar las infraestructuras en I+D, a partir del desarrollo de centros expertos con relevancia nacional e internacional.
2.1.7. Fomento de una cultura de valoración social de la ciencia, la tecnología y la innovación
Programas para concientizar y fomentar la valoración de la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación en la sociedad: por ejemplo, la instauración de centros científicos y un conjunto de actividades de vinculación ciencia-sociedad.

2.1.8. Apoyo al desarrollo de recursos humanos para la ciencia y la tecnología
Becas doctorales (*PhD fellowships*), programa de desarrollo de carrera para jóvenes investigadores (*National Young Researcher Career Development Program*), programas para la atracción de talentos globales (*Global Researcher Support Program EVRENA*). Nuevo comité *ad hoc* creado para impulsar a Turquía como un destino atractivo para los recursos humanos en ciencia y tecnología y mejorar el entorno para los investigadores: el Comité de Coordinación de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología (*Human Resources for Science and Technology Coordination Committee*) y el Comité de Coodinación de Investigadores Internacionales (*International Researchers Coordination Committee*).

2.1.9. Mejora de la cooperación internacional en ciencia y tecnología
Utilización de las redes internacionales de conocimiento a través de estrategias de internacionalización tales como: acuerdos de cooperación en ciencia, tecnología e innovación, y participación activa en programas europeos de investigación.

Fomento de la innovación

Tal como se ha señalado más arriba, Turquía sostiene un enfoque ecosistémico centrado en el sector empresarial, actor clave para el buen funcionamiento del sistema nacional de innovación implementado. En el sistema interactúan multiplicidad de organismos públicos y otros actores, en distintos niveles de incidencia. Como también se ha señalado, el principal responsable del diseño de políticas es el SCST, dirigido por el Primer Ministro y conformado por representantes de todos los sectores involucrados. También son responsables en

la materia las Plataformas Provinciales de Innovación (PIP) y las Plataformas Tecnológicas (TP).

El gráfico que se presenta a continuación muestra la estructura organizativa del sistema, donde se destacan los diferentes niveles de responsabilidades de los sectores involucrados. Las instituciones responsables del marco legal y regulatorio son la Agencia Turca de Acreditación (TÜRKAK), el TurkStat, el Instituto Turco de Estadísticas (TÜİK), el Centro de Producción Nacional (MPM), el Instituto Turco de Normativas (TSE) y el Instituto Turco de Patentes (TPI). Por su parte, las organizaciones de promoción y financiamiento son: el Ministerio de Finanzas (MoF); el Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología (MSIT) a través del TÜBITAK y el KOSGEB (Organización para el desarrollo de las pymes); el Ministerio de Desarrollo (MoDev) a través de las Agencias de Desarrollo (DA); el Ministerio de Defensa (MoD); la Fundación para el Desarrollo Tecnológico de Turquía (TTGV); los fondos internacionales y el sector privado. Las instituciones responsables de la investigación son las universidades, la industria, las pymes y las organizaciones públicas de investigación: el TÜBITAK y la Autoridad Turca de Energía Atómica (TAEK). Los espacios de enlace y difusión tecnológica están conformados por las universidades, los tecno-parques y el Centro de Desarrollo Tecnológico (TEKMER). Los órganos encargados de los programas de capitales emprendedores son el MSIT, los Fondos Públicos de Garantía (KGF) y el sistema bancario. Por último, las universidades y las organizaciones e instituciones públicas conforman la base de apoyo en infraestructura.

Si bien el eje de la política de innovación está en el estímulo a la innovación en las empresas y el apoyo al emprendedorismo y las pymes, los datos registrados por la OECD muestran que en 2012 el gasto de las empresas en I+D (BERD) fue de 0,42%, un porcentaje mucho más bajo que la media de los países OECD. El gasto de las empresas en I+D se ha ido concentrando en servicios de conocimientos a expensas de la producción de altas tecnologías. De acuerdo al índice de facilidad para hacer negocios del Banco Mundial, las condiciones para el sector empresario podrían mejorarse significativamente. El impulso a la innovación empresarial se motorizó con varias políticas específicas:

- El desarrollo en 2012 del Índice de Universidades Emprendedoras e Innovadoras para impulsar ese tipo de iniciativas en las universidades y promover la transferencia de tecnologías y conocimientos.
- El lanzamiento de distintos programas de apoyo desde el TÜBITAK: el programa de financiamiento para el capital emprendedor (1514); el programa de apoyo para el emprendimiento individual (1512); el programa co-financiado para el emprendimiento individual (multietapa, 1512b); el programa de apoyo para la construcción de capacidades para la innovación y el emprendimiento (1601). A su vez, el Ministerio de Ciencia, Industria y Tecnología puso en marcha el programa de promoción y marketing de productos tecnológicos en 2013 y el programa de apoyo a la inversión en productos tecnológicos en 2014. Ambos apuntan a empresas que han

recibido previamente apoyo para la I+D y la innovación pública e internacional.

- Otro programa innovador es el Plan Nacional de Acción para el cambio climático (2011/2023), la primera estrategia de crecimiento verde. El objetivo del Ministerio de Economía es reducir el consumo energético en 20% por unidad de PBI para 2023. La Fundación de Desarrollo Tecnológico presentó recientemente un nuevo fondo (*Green Future Accelerator Fund*) con 10 millones de dólares para incrementar la transferencia de los resultados de I+D en tecnologías verdes. Además, bajo la coordinación del TÜBITAK, se preparó una hoja de ruta en "tecnologías energéticamente eficientes", como área prioritaria de los UBTyS (2011-2016).

Recursos humanos orientados a la I+D y la innovación

Turquía ha triplicado el número de investigadores EJC desde 2002, año en que se partió de una base muy baja de recursos humanos. El Plan Nacional de Acción y Estrategia para la Formación de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (2011-2016) apunta a incrementar el contingente de personal en I+D, fomentar una cultura investigativa y desarrollar las habilidades, la movilidad y la inserción laboral de los investigadores. Un aspecto para destacar es que en la actualidad los parques tecnológicos son la causa de más del 60% de los negocios y empleos en I+D.

El sistema de calificación turco busca mejorar la calidad de la educación y la formación y desarrollar las calificaciones requeridas por el mercado laboral. Fue puesto en práctica durante el segundo semestre de 2014. Además, el programa de becas de posgrado otorgó apoyo a 5054 doctorandos entre 2000 y 2013. Sólo para 2013 se otorgaron 3366, mientras que el programa de becas postdoctorales financió 300 investigadores entre el 2000 y 2013. Hay también diez programas internacionales que apoyan la movilidad internacional de estudiantes o investigadores de Turquía.

Universidades e investigación pública

El sistema estatal de universidades en Turquía es pequeño: 0,41% del PBI en 2012. Produce pocas publicaciones internacionales en las revistas prestigiosas y tiene sólo una universidad de rango mundial (*World Class University*). La investigación pública está atravesando importantes reformas para mejorar su calidad y relevancia, incrementar la colaboración con el sector privado y hacer uso de los recursos privados. Se ha reforzado la evaluación de desempeño en las universidades y en los institutos públicos de investigación (PRI), con un protocolo elaborado cooperativamente por el Ministerio de Desarrollo y el TÜBITAK. El objetivo es la definición de indicadores de desempeño, clasificación y monitoreo de los centros de investigación existentes y futuros. En 2013 el TÜBITAK presentó

tres nuevos programas para mejorar la eficiencia de la investigación pública en las universidades: El Programa de Apoyo para la Investigación, Desarrollo Tecnológico y Proyectos de Innovación en Áreas Prioritarias (1003); el Programa de Apoyo para Nuevos Investigadores (3001); y el programa de Apoyo para Nuevas Ideas y Productos Nacionales (1005).

Además, el *Project Performance Award* y el programa de incentivo para las publicaciones científicas internacionales (UByT) apuntan a recompensar a los proyectos exitosos y las publicaciones de alta calidad, respectivamente. El ministerio está preparando el plan de acción para la estrategia de cooperación universidad-industria, resultante de 26 reuniones regionales realizadas durante el 2013, donde participaron rectores, cámaras industriales, investigadores, pymes y sectores locales en 81 provincias.

CHINA

Según datos del Banco Mundial de 2013, la población total en China es de 1357 millones de personas. El PBI es de 16.157.704 millones de dólares (de paridad de poder de compra), con un crecimiento anual a una tasa de 7,7%. Actualmente es la segunda economía después de los Estados Unidos. En las últimas dos décadas, China se ha convertido es uno de los países en desarrollo más exitosos en términos de crecimiento. Según los analistas del modelo, uno de los factores clave ha sido la vinculación del progreso económico con el impulso de la ciencia y la educación. Desde 1995, el gobierno adoptó de forma oficial la idea de "revitalizar China mediante la ciencia y la educación como una de las dos principales estrategias de desarrollo" (Aróstica Fernández, 2014).

China se ha destacado por movilizar, en una escala sin precedentes y en tiempo récord, recursos destinados a ciencia y tecnología. El gasto en I+D ha crecido desde 1995 a un promedio anual del 19% y alcanzó los 154.100 millones de dólares a partir de 2009, el segundo presupuesto a nivel mundial. Este aumento del volumen del gasto también se reflejó en la intensidad sobre el PBI. Mientras que en 1999 el gasto representaba el 0,76% del PBI, en las últimas estadísticas ascendió al 1,7% (UNESCO, 2012). En el GIID mundial pasó del 5% al 8,9%. Desde 2000 se posiciona en el segundo lugar en cantidad total de investigadores, detrás de los Estados Unidos y antes de Japón. Según el informe de la UNESCO, China cuenta con 1,15 millones de investigadores, es decir: 16,5% del total mundial. La producción en I+D también creció muy rápidamente: por ejemplo, la porción de China en las publicaciones científicas en el mundo pasó de 2% al 6,5% en la década que va de 1994 al 2004. Además es segunda, después de los Estados Unidos, en publicaciones referidas a nanotecnología. En cuanto a las solicitudes de patentes, y tomando como punto de referencia el registro en WIPO, China aparece en tercer lugar, luego de los Estados Unidos y de Japón.

El sistema institucional de ciencia y tecnología

Desde la década del 80, el sistema de ciencia y tecnología chino ha experimentado un conjunto de reformas significativas, que acompañaron el proceso de reforma general del país en la transición a una sociedad basada en la economía de mercado. Desde los 90, el sistema de administración de ciencia y tecnología está formado por varias entidades principales: el Ministerio de Educación (ME, antes Comité Estatal de Educación); el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST, antes Comité Estatal de Ciencia y Tecnología); la Academia China de Ciencias (ACHC); Academia China de Ingeniería (ACHI); la Academia China de Ciencias Sociales (ACHCS); el Comité Nacional para la Fundación de la Ciencia (CNFC). Estas agencias cooperan con los ministerios industriales que también tienen sus propios institutos de investigación y proyectos, incluyendo al Ministerio de Información Industrial Tecnológica (MIT) y la Administración Estatal

de la Industria Constructora de Maquinaria, donde se formulan y desarrollan los programas y las políticas de ciencia y tecnología.

El Ministerio de Educación, además de ser responsable del sistema educativo del país, es una base importante para la investigación. Con el objetivo de mejorar la investigación en alta tecnología crecientemente demandada por la industria, creó el Centro Universitario de Desarrollo Tecnológico, desde donde se aplican políticas para empresas afiliadas a universidades y se financian centros de investigación de las principales universidades de investigación, incluyendo algunos laboratorios clave.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología define la política de ciencia y tecnología, administra el presupuesto gubernamental en I+D, aplica la legislación y establece los reglamentos. Según la información que ofrece el sitio web oficial, los objetivos institucionales son:

- El diseño y la ejecución del Programa Nacional de Investigación Básica, el Programa Nacional de I+D en Altas Tecnologías y el Programa de "Activación" de Ciencia y Tecnología;
- El apoyo al crecimiento socio-económico coordinando la investigación básica con investigación tecnológica (*frontier technology research*) y la investigación en servicios sociales, tecnologías clave y tecnología popular/común (*common technology*);
- La compilación e implementación de planes para laboratorios nacionales, bases de innovación, programas nacionales en ciencia y tecnología, y las condiciones de investigación para promover la construcción de infraestructura y compartir recursos;
- El diseño de políticas y medidas de estímulo del progreso rural y social con ciencia y tecnología para mejorar la calidad de vida del pueblo;
- El armado de políticas que habiliten la sinergia entre las empresas, la universidad y los institutos de investigación, promuevan la aplicación y muestren los descubrimientos científicos y las invenciones tecnológicas, y fomenten las capacidades innovadoras de las empresas.

El Ministerio está compuesto por siete departamentos clave, además de los departamentos de finanzas, jurídico y de recursos humanos:

- ✓ Departamento de Política, Regulación y Reforma: oficina para el Sistema de Innovación).
- ✓ Departamento de Planificación del Desarrollo: organiza y formula los planes de acción para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, sugiere la distribución del financiamiento para los programas nacionales y coordina su implementación.
- ✓ Departamento de Investigación Básica: es el responsable de formular los planes y políticas de investigación básica, coordina la implementación del

Programa Nacional de Investigación Básica y organiza la construcción de laboratorios estatales.

- ✓ Departamento de Desarrollo de Altas y Nuevas Tecnologías e Industrialización: se ocupa de la formulación de planes y políticas para el desarrollo y la industrialización de altas y nuevas tecnologías, y coordina el Programa Nacional de Investigación y Desarrollo de Altas Tecnologías, el Programa de I+D en Tecnologías Clave y otros.
- ✓ Departamento de Ciencia y Tecnología Rural: diseña planes y políticas orientadas a impulsar el desarrollo rural a través de la ciencia y la tecnología, coordina la implementación del plan de I+D en altas tecnologías para el sector, promueve el progreso de la ciencia y la tecnología para el ámbito rural y lidera el desarrollo de parques científicos orientados a la agricultura.
- ✓ Departamento de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Social: promueve y elabora planes de desarrollo científico-tecnológico orientados al desarrollo social, coordina la implementación de planes de I+D, promueve su desarrollo en biotecnología y cambio climático.
- ✓ Departamento de Cooperación Internacional: contactos e intercambios con Hong Kong, Macao y Taiwán.

La Academia China de Ciencias es un sistema gubernamental de institutos de investigación. Desde su creación en 1949, fue el organismo líder para la investigación en defensa, armas nucleares, satélites. En la década del 80 mantuvo su orientación hacia la investigación básica, pero además condujo la I+D hacia la aplicación comercial a gran escala. Es también un organismo consultor sobre políticas y planes de desarrollo nacional en ciencia y tecnología. Por su parte, la AChI y la AChCS son los institutos académicos y de investigación en ingeniería y ciencias sociales más importantes; participan en la toma de decisiones gubernamentales en sus áreas respectivas. El Comité Nacional para la Fundación de la Ciencia es un elemento importante en el sistema nacional de innovación, pues es el responsable de financiar la investigación básica en ciencias naturales.

La ciencia y la tecnología en la República Popular China

Desde 1949, la República Popular China llevó adelante un modelo de desarrollo de ciencia y tecnología idéntico al modelo soviético: amplio y especializado en universidades y una gran red de institutos de investigación. Mientras que las actividades de investigación en las universidades eran limitadas, el mayor esfuerzo de I+D se realizaba en los institutos de investigación públicos. La investigación científica, bajo la planificación centralizada, se orientó fundamentalmente a proyectos militares para el gobierno, que al mismo tiempo era la principal fuente de financiamiento. Aunque muchas empresas tenían sus propios institutos y organizaciones de ciencia y tecnología, la capacidad interna de I+D era débil. La industria estaba prácticamente desvinculada de la I+D y la investigación industrial tenía escaso desarrollo.

La vinculación de la I+D con la industria y el fomento a la capacidad innovadora de las empresas fue uno de los ejes de las reformas que se iniciaron en la década del 80, dentro de un marco más amplio en el cual la ciencia y la educación pasaron a concebirse como motores del desarrollo. Los programas más importantes de impulso a la investigación pusieron el foco en el trabajo conjunto entre universidades, centros de investigación e industria. Hacia los 90 se alentó a las universidades y a los institutos a establecer sus propias empresas, especialmente en el sector de altas tecnologías.

El proceso de reformas que se inicia en 1985 puede dividirse en tres etapas. La primera, de 1985 hasta 1992, se origina e impulsa a través del decreto "Resolución del Comité Central del Partido Comunista de China sobre la Reforma del Sistema de Ciencia y Tecnología". La principal reorientación consistió en impulsar a las universidades y los institutos a ampliar los vínculos con la industria a través del recorte del presupuesto estatal. También se reglamentaron aspectos sobre las patentes y la transferencia tecnológica, en pos de facilitar las relaciones entre las universidades, institutos e industrias. A través del Programa Antorcha se establecieron las primeras zonas de desarrollo de altas tecnologías. Al finalizar esta primera etapa, se habían instalado 52 zonas con 9687 empresas.

La segunda etapa fue de 1992 a 1999. Las reformas en ciencia y tecnología se adecuaron y amalgamaron al contexto de reformas estructurales que transformaron el sistema económico del país. En esta etapa se promulgó la Ley de la República Popular de China para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología y el Programa de Ascenso para Promover la Investigación Básica. Se otorgó además mayor autonomía a las universidades e institutos públicos de investigación y se fortalecieron las relaciones con la industria a través de servicios técnicos, cooperación en desarrollo, producción e investigación tecnológica. Según las estadísticas, hasta el 2000 surgieron 2097 empresas afiliadas a universidades de alta tecnología (Zhong Xiwei, Yang Xiangdong, 2007).

La tercera etapa comienza en 1999. En este período se profundiza la idea de vincular el desarrollo económico-social con el desarrollo de la ciencia y la tecnología. El foco se dirigió a fortalecer el sistema nacional de innovación y acelerar los logros en ciencia y tecnología. Una de las medidas más importantes de la etapa es transformar los institutos de investigación de propiedad gubernamental en empresas de alta tecnología o empresas de servicios técnicos. Como resultado de ello, los institutos de investigación de propiedad gubernamental se convirtieron en grandes corporaciones, algunas estatales y otras fusionadas con grupos económicos. "Hacia finales del 2003, 1149 antiguos institutos de investigación de propiedad gubernamental habían llevado a cabo su transformación" (Zhong Xiwei, Yang Xiangdong, 2007).

Se promulgaron medidas y reglamentaciones para promover la innovación tecnológica como los "Reglamentos sobre el mecanismo para el establecimiento de inversiones de riesgo" y las "Medidas para estimular el desarrollo de la industria

de software y la industria de circuitos integrados". A partir del 2000 se ha hecho especial hincapié en el desarrollo de parques científicos, en tanto se los consideran componentes clave del sistema nacional de innovación. El siguiente cuadro sintetiza las principales políticas de ciencia y tecnología que se implementaron durante el período de reforma.

Resumen de las principales políticas de ciencia y tecnología		
Políticas	**Características dominantes**	**Año**
Programa de I+D tecnológica en aspectos clave	Fomentar esfuerzos en las principales tecnologías	1982
Resolución sobre la reforma del sistema de ciencia y tecnología	Adoptar un sistema flexible de administración en I+D	1985
Programa Destello	Promover la investigación básica en el sector agrícola	1985
Programa 863	Promoción de alta tecnología	1986
Programa Antorcha	- Comercialización de alta tecnología; - establecimiento de zonas de alta tecnología	1988
Programa Nacional para diseminar los logros en ciencia y tecnología a nivel nacional	Promover la comercialización de productos	1990
Programa Nacional de Centros de Investigación Tecnológica en Ingeniería	Transferencia de tecnología y comercialización de productos de investigación	1991
Programa de Ascenso	Promoción de investigación básica	1992
Aprobación de las UAE por CECyT	Promoción de vínculos entre las universidades y las industrias	1992
Ley para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología	Promoción de vínculos UII-industria	1995
Ejecución de la Ley para Promover la Comercialización de Ciencia y Tecnología	Ejecución de la Regularización de la Comercialización de Ciencia y Tecnología	1996
Súper Programa 863	Comercialización, abrirse paso en	1996

	áreas clave	
Decisión para acelerar el desarrollo de alta tecnología y realizar la industrialización	Estimular la innovación tecnológica y la comercialización	1999
Guía para desarrollar parques científicos universitarios nacionales	Acelerar el desarrollo de parques científicos universitarios	2000

Fuente: Zhong Xiwei Yang Xiangdong (2007)

Lineamientos de política en la actualidad

El contenido de esta estrategia es la siguiente: se debe, tomando a la ciencia y la tecnología como primera fuerza productiva, otorgar importancia especial a la educación, dar prioridad a la tecnología y la educación en el desarrollo económico y social, fortalecer el poder científico y tecnológico estatal y su capacidad de transformarla en fuerza productiva, elevar la calidad científica y educativa de toda la nación, desarrollar la construcción económica apoyándose en el progreso científico y tecnológico y en el mejoramiento de la calidad de los trabajadores, y convertir a pasos acelerados a China en un país floreciente y próspero. La implementación de los programas de ciencia y tecnología se organiza a través de los planes quinquenales: instrumentos de políticas públicas que orientan y definen el conjunto de acciones del país en diversas áreas con vistas al cumplimiento de objetivos específicos. Las políticas actuales en ciencia y tecnología se enmarcan en las definiciones que comienzan a profundizarse en el décimo Plan Quinquenal (2001).

Programas principales del décimo Plan Quinquenal

El décimo Plan Quinquenal reorienta los programas que comenzaron a implementarse con el proceso de reforma, en pos de alinear el desarrollo de la ciencia y la tecnología con el desarrollo nacional. El ingreso de China en la Organización Mundial del Comercio (OMC) y la reestructuración económica plantearon nuevos desafíos y definieron nuevas estrategias enmarcadas en los programas nacionales: el Programa 863; I+D en Tecnologías Clave; Investigación Básica (el Programa 973); el Programa Nacional de Infraestructura Científica y Tecnológica; el Programa para la Construcción de Entornos para las Industrias de Ciencia y Tecnología. Los principales objetivos de los programas son impulsar las capacidades de innovación en los sectores de altas tecnologías, particularmente en aquellas áreas estratégicas para el proceso de modernización, alinear la investigación básica a los objetivos nacionales y mejorar la infraestructura para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Según puede leerse en el sitio oficial del Ministerio de Ciencia y Tecnología de China, los aspectos más relevantes de cada programa son los siguientes.

3.1.1. Programa 863

En línea con los objetivos nacionales y las demandas del mercado, el programa se orienta hacia asuntos relacionados con tecnologías de punta de importancia estratégica, tales como:

- Desarrollar tecnologías clave para la construcción de infraestructura nacional de información;
- Desarrollar tecnologías clave en las áreas biológicas, de agricultura y farmacéutica para mejorar el bienestar del pueblo chino;
- Dominar nuevos materiales y tecnologías manufactureras clave, para mejorar la competitividad industrial: en especial, nanomateriales y otros materiales nuevos relacionados a las tecnologías para desarrollar la aviación, trenes de levitación magnética, mecanismos de acceso y almacenamiento de datos, en pos de satisfacer las mayores demandas de desarrollo económico seguro, utilizando recursos, entornos y fortalezas técnicas nacionales;
- Lograr descubrimientos en tecnologías clave para la protección del medioambiente, el desarrollo de energías y recursos orientados al desarrollo sustentable de la sociedad.

3.1.2. Programa Nacional de I+D en Tecnologías Clave

El programa se concentra en la I+D de tecnologías clave que conduzca a una actualización técnica y a una reestructuración de las industrias en pos de promover el desarrollo social sustentable. El programa aporta de nuevas tecnologías, nuevos materiales, nuevas técnicas y nuevos equipamientos aplicables a la producción industrial y agrícola, y al mismo tiempo facilita la aplicación e industrialización de altas tecnologías exitosas que impulsen la competitividad internacional de industrias clave. El programa también se propone generar un grupo de elite orientado a la I+D de tecnologías clave y establecer bases de innovación técnica reconocidas internacionalmente. Sus actividades centrales son:

- Promover el procesamiento del producto agrícola en profundidad a través del desarrollo de tecnologías clave y productos orientados al desarrollo agrícola sostenible; elevar así los niveles técnicos de la preproducción, producción y posproducción; optimizar la estructura agrícola; mejorar la calidad y eficiencia del desarrollo agrícola; estimular la competitividad de los productos;
- Con la industria como puerta hacia nuevas innovaciones, redoblar esfuerzos para desarrollar tecnologías clave para las industrias básicas y pilares; acelerar la aplicación de tecnologías de la información y otras altas tecnologías a las industrias tradicionales; fortalecer la investigación para el desarrollo de tecnologías y equipamiento para energías limpias, sistemas de tráfico inteligente, tratamiento textil; mejorar el valor agregado de los productos y elevar los niveles técnicos y el contenido local de los productos terminados;

- Poniendo como prioridad los procesos de informatización del sector financiero, promover el aceleramiento del desarrollo de tecnologías de la información y otras altas tecnologías, junto al desarrollo industrial relacionado, para ofrecer soporte técnico para la informatización de la economía nacional;
- Desarrollar tecnologías clave orientadas al control de la polución ambiental; impulsar el uso racional de los recursos hídricos; desarrollar y probar tecnologías para el mejoramiento del medioambiente regional; intensificar las investigaciones técnicas para la exploración y el desarrollo de áreas de petróleo, gas y recursos de minerales sólidos estratégicos; implementar sistemas de apoyo técnico para la prevención y mitigación de los desastres; promover el desarrollo social sustentable;
- Desarrollar tecnologías clave para la modernización de la industria asociada a la medicina tradicional china, en pos de asegurar la posición de liderazgo mundial en el campo;
- Profundizar la investigación en las principales tecnologías asociadas al bienestar público; desarrollar tecnologías de avanzada para elevar el nivel de vida del pueblo chino; impulsar la investigación en indicadores y mediciones para facilitar el establecimiento de un sistema de estandarización nacional.

3.1.3. Programa Nacional de Investigación Básica (Programa 973)

El principal objetivo de este programa es orientar los talentos científicos del país hacia la investigación innovadora en temas principales como agricultura, energía, información, recursos y medioambiente, salud y población, materiales y áreas relacionadas. A través de la implementación del programa, se entrenará a científicos destacados y se establecerán bases de investigación de primer nivel, para formar capacidades de innovación nacionales.

3.1.4. Programa Nacional de Infraestructura de Ciencia y Tecnología

Se propone fortalecer, balancear y enriquecer los diferentes ámbitos en los que se desarrolla la ciencia y la tecnología. También se espera que logre la racionalización de la distribución y los esfuerzos para construir capacidades en ciencia y tecnología. El programa proveerá de instrumentos para compartir recursos e información para la investigación y el desarrollo técnico. Apoyará fuertemente el desarrollo de la ciencia y la tecnología a nivel nacional. Incluye el Programa de Desarrollo de Laboratorios Estatales Clave, el Programa Nacional de Proyectos de Ciencias, el Programa Nacional de Desarrollo de Centros de Investigación en Ingeniería Tecnológica, el Programa de Desarrollo de Facilidades e Infraestructura para I+D, el Programa de Investigación Bienes Públicos, el Programa de Cooperación internacional en Ciencia y Tecnología.

3.1.5. Programa para la Construcción de Entornos para las Industrias de Ciencia y Tecnología

Su propósito es fortalecer las políticas para la construcción de entornos, promover el desarrollo económico regional, favorecer el intercambio de servicios técnicos, estimular el desarrollo de pequeñas y medianas empresas de ciencia y tecnología,

desarrollar intermediarios, crear un entorno favorable para la comercialización de descubrimientos científico-tecnológicos y su proceso de industrialización. También busca estimular el desarrollo de nuevos productos nacionales, promover el mercado a través de la ciencia y la tecnología, otorgar fondos para la innovación a pequeñas empresas basadas en la tecnología y financiar la aplicación de descubrimientos científico-tecnológicos para la agricultura, centros de promoción productiva y parques científico-tecnológicos universitarios y agrarios. El mayor desafío es fortalecer las muestras de industrialización científico-tecnológica, establecer agencias intermediarias y construir entornos para la industrialización.

Fomento de la innovación

Desde el inicio del proceso de reformas, la innovación es un componente esencial de los programas implementados. Según se puede ver en las descripciones realizadas, uno de los principales objetivos en el camino hacia el desarrollo nacional es reducir la dependencia externa en tecnologías clave. El desarrollo científico-tecnológico, por un lado, le permite a China ser competitiva en el mercado internacional y, por el otro, orientando los esfuerzos hacia la salud y el medio ambiente, le permite promover el bienestar de la población.

La definición más precisa de las estrategias nacionales de innovación fueron detalladas en el *Outline of National Medium and Long-Term Science and Technology Development (2006-2020)* ("Esbozo del desarrollo nacional científico y tecnológico a mediano y largo plazo"). El principal objetivo consiste en mejorar la estructura industrial del país para convertir a China en una economía impulsada por la innovación, y en particular fomentar la creación de capacidades científicas, tecnológicas, de conocimiento y propiedad intelectual para una innovación autóctona (*indigenous innovation*). Tres elementos clave de la innovación autóctona que es preciso desarrollar:

- Generar innovación en el campo de la investigación básica;
- Integrar la tecnología existente para crear nuevos productos y sectores comerciales competitivos;
- Asimilar, adaptar y mejorar las tecnologías importadas para crear nuevos derechos de propiedad intelectual a partir de dichas tecnologías.

Consiguientemente, las políticas de propiedad intelectual de China destinadas a fomentar la innovación se orientaron, en primer lugar, a ayudar a las empresas chinas a fortalecer su capacidad de investigación y desarrollo con miras a crear y patentar tecnologías genéricas; en segundo lugar, a asimilar las tecnologías existentes y al mismo tiempo introducir las tecnologías extranjeras avanzadas; y finalmente, a mejorar la protección de los derechos de propiedad intelectual como un medio para fomentar la inversión en innovación y obtener los beneficios conexos. Asimismo, en el marco de la estrategia nacional, se adoptaron medidas orientadas a mejorar el sistema de innovación, que incluyeron:

- El apoyo a las pequeñas y medianas empresas,
- La colaboración entre los círculos empresariales, universitarios y académicos,
- La comercialización de los resultados de los trabajos de investigación y desarrollo realizados en institutos y universidades,
- La promoción de servicios de intermediación tales como los servicios de información, los organismos de propiedad intelectual, los servicios de inversión y las incubadoras.

Se espera que a partir de la política de innovación, China pase de ser una economía basada en la producción de bajo costo (con industrias con tecnología baja a media) a una economía basada en el conocimiento (media y alta tecnología, más servicios).

Debate sobre política de ciencia, tecnología e innovación

En las últimas décadas, China se convirtió en un serio competidor global no sólo en términos de precios, sino además en tecnología. Las solicitudes de patentes de empresas chinas crecieron exponencialmente. También la inversión en I+D y el número de doctores en ciencia e ingeniería. Además China se convirtió en un país líder en publicaciones científicas y exportaciones de industria de alta tecnología.

Mientras China resalta el rol central que tiene la política pública en fomentar la innovación autóctona, las compañías extranjeras critican esa concepción por parecer un movimiento que aleja a China de una economía abierta. Argumentan que el gobierno prefiere compañías que desarrollen y registren diseños, software y otras PI en China. Desde los Estados Unidos se dice que la política de innovación en China es discriminatoria pues se usa en contra de las exportaciones de productos y servicios manufacturados del país norteamericano (Ernst, 2010). Estados Unidos y China sostienen diferentes aproximaciones a las políticas de innovación. Para los norteamericanos, el sector privado y las fuerzas del mercado son los actores principales de la innovación. La política china, por su parte, descansa mucho más en la definición del gobierno de los objetivos estratégicos y de los parámetros clave. Para el gobierno chino, fortalecer las capacidades de innovación local es la clave para una transformación sustentable y sostenible de su economía, más allá del modelo orientado a la exportación: “la fábrica del mundo”. En tanto, como ya fue dicho más arriba, el gobierno de los Estados Unidos considera que la política de innovación china es “injusta” porque favorece a los productores locales versus los extranjeros, y porque además amenaza las protecciones globales a la propiedad intelectual, a las políticas imparciales de adquisición gubernamental, a la competencia de mercado y a la libertad de las empresas de los Estados Unidos para decidir cuándo y cómo transferir tecnología.

Evolución de las capacidades de I+D e innovación

El gobierno ha invertido fuertemente en una rápida expansión de la educación superior y las universidades como centros de investigación básica y aplicada. Desde 1998, el GDP destinado a la educación superior se ha triplicado. Los estudiantes pasaron de un millón en 1997 a 5,5 millones en 2007. Junto a este crecimiento cuantitativo, el gobierno ahora busca recuperar algunos de los problemas cualitativos asociados a este incremento masivo de graduados- Los programas de intercambio entre universidades e industria (nacionales o extranjeras) ayudan a reducir el desajuste entre la formación y las habilidades requeridas, que ha resultado en un aumento de desempleo calificado. La cooperación internacional con universidades líderes es utilizada, a su vez, para mejorar la calidad de la educación de posgrado.

Las universidades

En consonancia con las reformas implementadas en la política de I+D, y como parte complementaria a los programas que se describieron más arriba, en el campo de educación superior se diseñó e implementó el Proyecto 211, un proyecto de universidades nacionales clave iniciado en 1995 por el Ministerio de Educación. La intención del programa es elevar los estándares de investigación de universidades de alto nivel y cultivar estrategias para el desarrollo socio-económico. Durante la primera fase del proyecto, de 1996 a 2000, se distribuyeron aproximadamente 2,2 billones de dólares.

En la actualidad China tiene más de 118 instituciones de educación superior (algo así como el 6%) vinculadas al Proyecto 211. Estas universidades alcanzaron estándares en recursos científicos, técnicos y humanos. Además ofrecen programas avanzados de estudio. Las casas de estudio del Proyecto 211 tienen la responsabilidad de formar cuatro quintas partes de los estudiantes de doctorado, dos tercios de los estudiantes de posgrado, la mitad de los estudiantes extranjeros y un tercio de los estudiantes de grado. Ofrecen el 85% de los campos considerados clave a nivel estatal, contienen el 96% de los laboratorios estatales clave y utilizan el 70% del financiamiento para la investigación científica.

La participación de las universidades en las políticas de ciencia y tecnología es central, pues son actores fundamentales del sistema de innovación, en especial a través de la implementación de los parques científicos y tecnológicos universitarios. En la actualidad existen más de 50 parques científicos y tecnológicos universitarios de nivel estatal; algunos de ellos se han convertido en importantes centros de experimentación para la aplicación de los logros de alta tecnología que cuentan con el apoyo gubernamental mediante la recepción de fondos especiales del Estado, y con el objetivo de ser la punta de lanza en el ámbito investigador internacional. El país está viviendo un desarrollo creciente de la investigación aplicada, especialmente de la más alta tecnología electrónica, en colaboración con universidades e instituciones públicas y privadas de todo el

mundo, así como también está realizando trabajos de especialización biológica, ingeniería genética o bioagricultura.

SUDÁFRICA

Los primeros registros de estudios científicos en Sudáfrica datan de inicios del siglo XVIII en la región del Cabo de Buena Esperanza. Se trataba de estudios principalmente de naturaleza exploratoria, motivados por la abundante flora y fauna existente (Mouton et al, 2001). El descubrimiento de recursos mineros en la década de 1860 fue un motor de la industrialización masiva del país, demandando en consecuencia un importante desarrollo de infraestructura y el reclutamiento de personal con conocimiento técnico en minería, medicina y ciencias veterinarias. Entre los siglos XVIII y XIX se institucionalizaron la ciencia y la investigación por medio de organismos científicas y centros de educación que serían luego convertidos en universidades (Mabizela, 2002).

Durante la década de 1940, el ascenso al poder del Partido Nacional (NP por su acrónimo en inglés[1]) implicó la formalización del *apartheid* en 1948. Este régimen marcó el rumbo del desarrollo político, social, económico y científico del país, así como también las características principales del sistema de innovación en la actualidad. La política del *apartheid* fue ampliamente denunciada internacionalmente y fue blanco de sanciones externas, las que llevaron al Gobierno a buscar la autosuficiencia en la producción de alimentos, energía y armas.

El NP dividió Sudáfrica en cinco repúblicas en un intento por arraigar sus políticas de segregación: la República de Sudáfrica (RSA) y cuatro estados independientes pero no por ello autónomos: Transkei, Bophuthatswana, Venda y Ciskei (TBVC). Además creó quince departamentos de educación, salud y agricultura, con el pretexto de otorgar autonomía a los diferentes grupos raciales para que manejaran sus propios asuntos mientras que, de hecho, el sistema despojó a todos los grupos raciales de los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades básicas salvo a la población blanca de origen europeo (IDRC, 1993).

Por otro lado, el régimen emprendió una política de industrialización por sustitución de importaciones y de desarrollo tecnológico autónomo, que sería luego reforzada por las sanciones y el bloqueo comercial y financiero. En este marco, creó empresas públicas en industrias pesadas e instituciones de investigación que fueron clave en desarrollo tecnológico en áreas consideradas estratégicas por el régimen. Entre estas se destacan la Compañía Sudafricana de Carbón, Petróleo y Gas (SASOL), la Corporación Sudafricana de Hierro y Acero (ISCOR), la Comisión de Suministro Eléctrico (ESKOM), y la Corporación de Desarrollo Industrial (IDC) cuyo papel es desarrollar y financiar nuevas empresas estatales y proyectos de investigación a gran escala.

[1] Para respetar las siglas originales, en todos los casos de nombres propios se utilizarán los acrónimos en inglés.

SASOL fue fundada en 1950 como empresa de energía, minería y petroquímica verticalmente integrada. SASOL se ha convertido en líder a nivel mundial en el desarrollo de combustibles sintéticos a partir del desarrollo a gran escala de la tecnología de conversión de gas a líquidos. El desarrollo de esta tecnología fue el resultado de la búsqueda de alternativas para el aprovechamiento de las grandes reservas de carbón frente a la escases de petróleo del país. Desde la década de 1920 científicos sudafricanos apoyados por la *Transvaal Coal Owners Association* buscaron métodos para convertir carbón en combustibles líquidos. Se trata de un antecedente temprano que da cuenta del estrecho vínculo establecido entre las universidades y la industria[2]. La escases de combustibles producida por la Segunda Guerra Mundial fue un estímulo para el desarrollo de estos esfuerzos. SASOL creó la primera planta comercial de conversión sintética de carbón en líquidos en 1955, a partir de la compra de licencias para el uso del proceso Fischer-Tropsch y de la introducción de adaptaciones e innovaciones incrementales que permitieron ganar en eficiencia, y dieron lugar al desarrollo de tecnología específica propietaria de SASOL, el *Slurry Phase Distillate* (SASOL, 2000). Este proceso era significativamente más caro que la importación de petróleo crudo y la refinación en el país, sin embargo SASOL recibió masivos subsidios del gobierno con el objetivo de garantizar la autonomía energética del régimen frente a la vulnerabilidad del abastecimiento de petróleo importado por las sanciones internacionales (Sparks, 2013).

El Consejo para la Investigación Científica e Industrial (CSIR) fue creado en 1946 y es el organismo de investigación científica y tecnológica más grande y más antiguo de Sudáfrica. El Consejo cumplió un rol clave en moldear la investigación en el país durante y después del apartheid. También fueron establecidos otros consejos científicos, como la Oficina de Normas Sudafricana (SABS), la Corporación de Energía Atómica (hoy llamada Corporación Sudafricana de Energía Nuclear – NECSA), el Consejo de Investigación Médica (MRC), y la Fundación para la Investigación y el Desarrollo (FRD, hoy llamada Fundación Nacional de Investigación – NRF), el Consejo de Investigación Agrícola (ARC), el Consejo de Investigación de las Ciencias Humanas (HSRC) y la Comisión de Investigación del Agua (WRC). En este sentido, Sudáfrica siguió el modelo británico de creación de Consejos de Investigación por campo del conocimiento ó gran área disciplinar, antes que la Creación de un Consejo de Investigación único y centralizado como podría ser el modelo francés del CNRS.

La creación de universidades en Sudáfrica y la formación de Recursos Humanos

Las universidades en Sudáfrica fueron establecidas en el siglo XIX bajo la forma de colegios a los que luego se les otorgaría estatus universitario (Mouton et al,

[2] El primer Director General de SASOL fue Etienne Rousseau, un químico investigador de la Universidad de Stellenbosch.

2001; Mabizela 2002). El modelo universitario resultante fue basado en el sistema británico y en el escocés, con funciones similares para el rector, el claustro académico y el consejo universitario, la junta de profesores y los departamentos académicos.

En sus primeros años, las universidades eran destinadas exclusivamente a la población blanca, tendencia que se acentuaría durante el *apartheid* con la creación nuevas universidades específicas para cada grupo étnico. Hoy en día las universidades son multirraciales sin embargo se encuentran fuertemente segmentadas, por lo que aún hoy son conocidas como universidades históricamente blancas (HWUs) y las históricamente negras (HBUs). Las HWUs contaban con vastos recursos y sólidos programas académicos que cubrían amplios campos de la ciencia y la ingeniería, mientras que las HBUs estaban orientadas en su mayoría a programas de formación técnica. A partir de la política universitaria de segmentación del *apartheid* se crearon veintiún universidades, quince escuelas técnicas (*technikons*) y más de doscientos colegios para formación de profesores, enfermeros y relacionados con las ciencias agrícolas (Bunting, 2006). El rol de las universidades era de ofrecer prácticas y entrenamientos científicos en sentido amplio, incluyendo investigación y otras actividades educativas (DNE, 1988a). Por su parte los *technikons*, originalmente llamados Colegios de Educación Técnica Avanzada (CATEs), fueron creados para entrenar técnicos y tecnólogos a través de clases prácticas y no académicas.

El modelo universitario durante el *apartheid* reservó al Estado la potestad de crear universidades sin otorgarles autonomía. Pese a que el Estado restringía la autonomía de las universidades, éstas no le debían rendir cuentas ni a éste ni a la sociedad en cuanto a la ejecución de los fondos públicos (Bunting, 2006). Por el contrario, la manera en que cada universidad lidiaba con la cuestión racial, étnica, cultural e idiomática definían hasta cierto punto la misión académica y la agenda de investigación y educativa de cada institución. Como caracterización general, dentro de las HWUs las universidades de origen *Afrikaans* llevaban a cabo investigación para el Gobierno, contaban con grandes contratos de servicios para la industria de defensa y no permitían estudiantes negros en sus programas (Bunting, 2006). Por otro lado, las HBUs tenían una agenda de investigación muy limitada o casi nula, y no prácticamente no tenían programas de posgrado. Estas universidades se constituyeron en centros de resistencia política al *apartheid* y la erradicación de la discriminación educativa.

Para mediados de los años 80, el Gobierno sudafricano había logrado desarrollar capacidades tecnológicas e industriales en defensa y minería, investigación médica de clase mundial, y actividad agrícola a gran escala. El embargo mundial lo obligó a establecer, a través de SASOL, tecnologías de licuefacción del carbón (CTL) de frontera, como fue señalado antes (Collings, 2002). Se destaca en el período importante esfuerzos de Investigación y Desarrollo (I+D) en el sector de la defensa y en actividades conexas como consecuencia de las grandes inversiones realizadas en I+D en el sector nuclear y armamentístico (Cilliers, 1996). Es difícil dimensionar el monto preciso de estas inversiones, ya que la I+D en defensa no

era informada como tal en las estadísticas de I+D, sino que era secreta y subsumida en otras partidas presupuestarias como consecuencia de las sanciones internacionales.

Los esfuerzos del apartheid por el desarrollo tecnológico autónomo en particular en las áreas de petroquímica, energía nuclear, defensa y agricultura, pueden ser considerados exitosos. Se trataba de una política orientada a garantizar la supervivencia del régimen mediante el autoabastecimiento energético, de alimentos y la supremacía militar frente a los países vecinos y el enemigo interno del ANC (Sahni, 2007). Sin dudas, esto fue a un costo social enorme, sostenido básicamente sobre la explotación de la población negra, lo que volvió políticamente inviable al régimen. Sin embargo, la sustentabilidad económica también estaba comprometida, en tanto las políticas del NP ahogaron el crecimiento económico al incurrir en deudas masivas para, entre otros, mantener presupuestariamente a las fuerzas armadas y a los estados del TBVC. La política de aislamiento e industrialización sustitutiva forzosa creó industrias intensivas en capital sin escala y altamente ineficientes. Por otra parte, la Ley de Educación *Bantu* de segregación privó al país del capital humano calificado indispensable para el desarrollo económico, dejando al país con desequilibrios y una deuda de largo plazo cuyas consecuencias se ciñen aún hoy en día sobre el sistema nacional de innovación sudafricano.

La instalación de una democracia multirracial y la apertura económica en la década de 1990

El levantamiento de la proscripción del Congreso Nacional Africano (ANC) y su consecuente ascenso al poder en las primeras elecciones multirraciales libres de 1994, dieron comienzo a un proceso de reforma estructural del Estado y de las políticas preexistentes. La intención del nuevo gobierno era diseñar e implementar medidas que asegurasen un crecimiento económico sostenible y al mismo tiempo corrigieran las profundas inequidades socio-económicas creadas por el apartheid. Los grandes lineamientos de la estrategia socio-económica del ANC fueron plasmadas en una serie de programas, entre los que se destacan el Programa de Reconstrucción y Desarrollo creado en 1994, la Estrategia de Crecimiento, Empleo y Redistribución (GEAR) de 1996 y la Iniciativa de Crecimiento Acelerado y Compartido (AsgiSA) de 2006.

El sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación también fue alcanzado por las reformas. El Sistema Nacional de Innovación fue tomado como marco conceptual para el desarrollo de las políticas de CTI, lo que en sí mismo constituye una novedad relevante. En un momento donde el enfoque del SNI estaba recién consolidándose académicamente (Lundvall, 1992), y comenzaba a adoptarse en algunos países de la OCDE como marco para entender y diseñar las políticas de CTI, se adoptó en Sudáfrica como enfoque de la política oficial de ciencia, tecnología e innovación (Kruss and Lorentzen, 2011).

En 1994 se creó el Departamento (Ministerio) de Artes, Cultura, Ciencia y Tecnología (DACST), que luego sería transformado en el Departamento de Ciencia y Tecnología (DST). En 1997 se creó el Consejo Nacional de Asesoría (NACI) con el objetivo de supervisar y asesorar al Departamento de CTI acerca del funcionamiento del SNI. El rol de muchos organismos públicos de investigación (OPIs) también fue redefinido para alinearlos con las prioridades del nuevo Gobierno. Se creó un marco regulatorio basado en la autonomía operativa que creó el "voto de ciencia": un proceso por el cual se asignan fondos estatales a los OPIs. A través de este marco, los consejos científicos tenían la flexibilidad de generar financiamiento adicional proveniente de contratos y estudios. El apoyo gubernamental a la I+D en las universidades se dio a través del Departamento de Educación Superior y Formación (DHET) y otras agencias como la NRF y la MRC.

Una de las principales políticas en materia de educación superior fue la ampliación del acceso y el tránsito desde un sistema de educación superior de elite hacia uno masivo. Se implementaron políticas de promoción para el acceso a las universidades por parte de sectores marginados de la población, con el objetivo de reducir las grandes inequidades sociales. El Gobierno intentó impulsar la transformación hacia sistema de educación superior abierto, participativo y coordinado, mediante la creación en 1994 de la Comisión Nacional de Educación Superior (NCHE) (NCHE, 1996). En 1998 se reforzó la estrategia mediante la creación del Consejo de Educación Superior (CHE) para impulsar la reestructuración y transformación de la educación superior.

El proceso de reforma de la educación superior comenzó en 1994, cuando treinta y seis instituciones públicas fueron reducidas a veintitrés universidades mediante un proceso de fusiones y absorciones. Por otra parte, comenzó un proceso de ampliación del número de instituciones de educación superior privadas, llegando a ciento cuarenta y cuatro universidades privadas registradas para 2010, en su mayoría con fines de lucro (DoHE, 2011). La inscripción de estudiantes, en especial de estudiantes negros, creció fuertemente pero también creció la tasa de deserción. A pesar de los esfuerzos, la tasa de participación de estudiantes negros se mantuvo muy baja, siendo del 12% para 2007 (CHE, 2009). Lo que señala las deudas en cuanto a la ampliación del acceso y la construcción de un sistema de educación superior más igualitario (Bunting&Cloete, 2006).

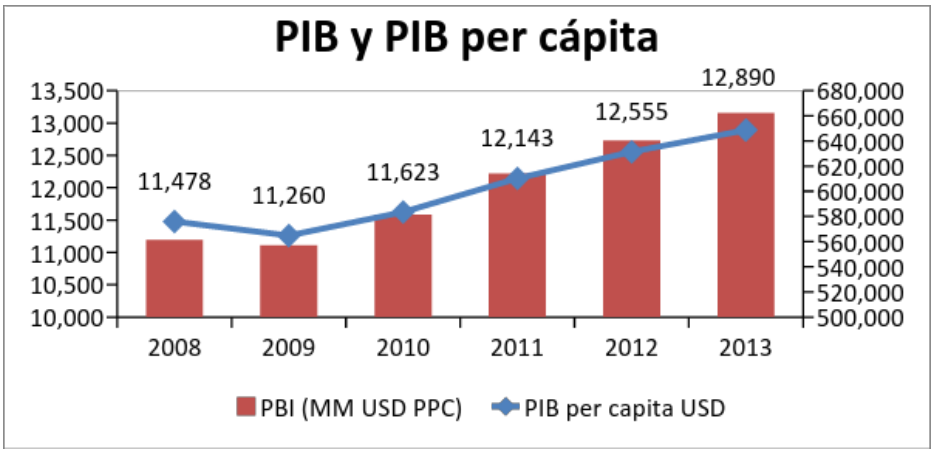
El NRF fue creado para consolidar el financiamiento competitivo de las agencias y promover la I+D por medio de ese financiamiento. Se tomó el modelo de la NSF norteamericana y tiene un rol similar al del ANPCYT de Argentina. El MRC es la excepción ya que no sólo establece prioridades internas y realiza investigaciones, sino que también actúa como agencia de financiamiento para contratistas externos (OECD, 2007). La NRF recibe el financiamiento de la DST y del Departamento de Comercio e Industria (DTI), además de otros departamentos nacionales.

Entre los programas destinados a fomentar la I+D industrial, la innovación, y el emprendedurismo, se destaca el Programa de Tecnología y Recursos Humanos para la Industria (THRIP) del DTI, el Programa de Apoyo a la Innovación Industrial (SPII), el de capital de riesgo, y la Agencia para el Desarrollo de Pequeñas

Empresas (SEDA), cuyo rol es el de apoyar y promover el desarrollo de pequeñas empresas en Sudáfrica. El Fondo de Innovación (IF) es otro instrumento de financiamiento creado para apoyar la innovación y, en conjunto con el THRIP, facilitar y promover la colaboración entre universidad-empresa. La iniciativa de incentivos fiscales para la I+D fue introducida en 2006, pero no existen datos disponibles que permitan dar cuenta de su efectividad, lo que a su vez señala la poca profundidad de este instrumento.

La década de 2000

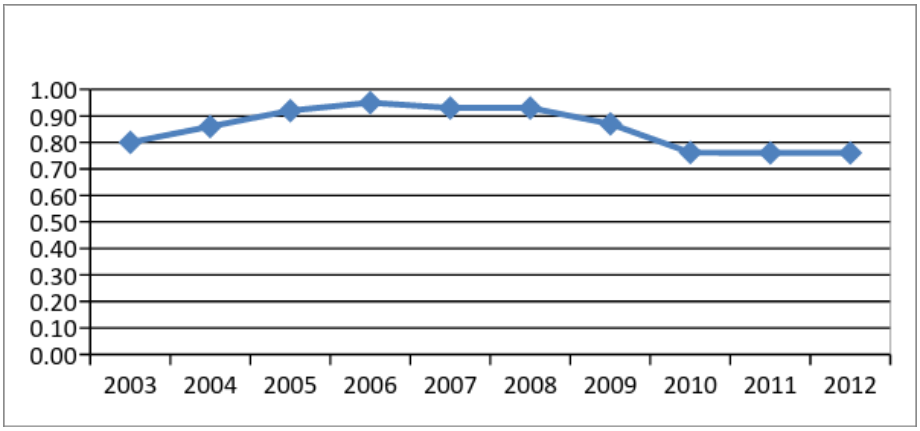
La introducción de la Estrategia de Crecimiento, Empleo y Redistribución (GEAR) en 1996, estableciendo metas de inflación y políticas financieras austeras le permitió al país alcanzar estabilidad macroeconómica, con un crecimiento promedio de 3,1% entre 1995 y 2005. El establecimiento de metas de inflación en el 2000 disminuyó los niveles inflacionarios y la incertidumbre macroeconómica, incrementando asimismo la solidez del Banco Central sudafricano (Faulkner &Loewald, 2008). El crecimiento anual del PBI entre 2004 y 2007 promedió un 5%, pero comenzó a caer en 2008 y declinó a casi un 2% en 2009, experimentando el país su primera recesión desde 1994. Sin embargo, la contracara de estas políticas de apertura económica fueron la persistencia de las desigualdad estructural del país y del desempleo. Los subsectores de más rápido crecimiento desde 1994 fueron el transporte, el almacenamiento, la comunicación, la intermediación financiera, las aseguradoras, los bienes raíces y los servicios de negocios, mientras que el crecimiento manufacturero fluctuó alrededor del 20%. Pese a que las políticas implementadas estabilizaron el crecimiento económico, fracasaron en la disminución del alto y persistente índice de desempleo, que para 2010 continuaba por encima del 25%. El desempleo juvenil es particularmente serie en Sudáfrica, y contribuye a los demás problemas sociales incluidos la pobreza, el crimen y el SIDA.



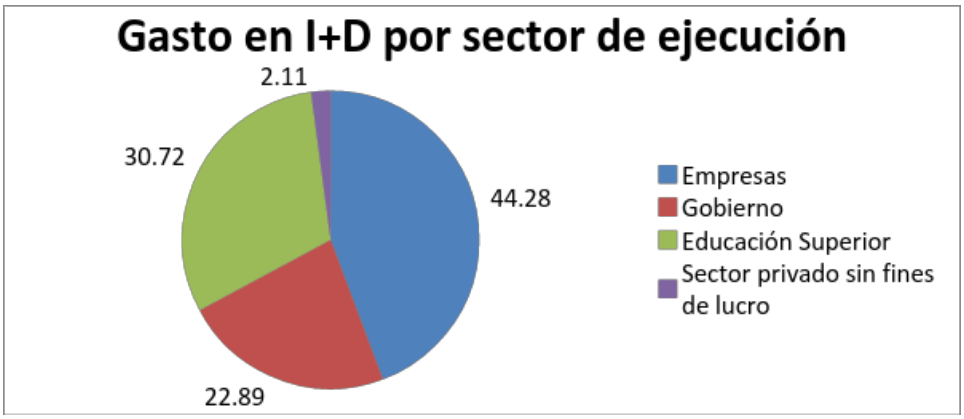
El gasto en I+D como porcentaje del PIB fue del 1,04% para 1992, pero los cambios estructurales a partir de la instauración de la democracia multirracial, que implicaron fuertes recortes en el presupuesto de defensa desde 1989 en adelante, impactaron negativamente. El declino estimado del gasto en I+D de defensa fue del 70% entre 1989 y 1996, mientras que la participación de la I+D de defensa en el gasto total de I+D también disminuyó de un 50% a menos del 20% en 1993 (Batchelor&Willet, 1998). Este indicar es elocuente acerca de la fuerte orientación del sistema de investigación sudafricano hacia la defensa durante el apartheid.

La intensidad de la I+D sudafricana se incrementó del 0,73% en 2001 al 0,95% en 2006, pero ha ido declinando desde entonces, alcanzando un 0,87% en 2009. La disminución del gasto en I+D en los últimos años puede estar efectivamente asociada a la recesión que el país experimentó entre 2008 y 2009.

Gasto en I+D en relación al PBI



El sector privado en Sudáfrica ha sido históricamente el mayor ejecutor de I+D. Según datos para 2012 las empresas realizaron el 44.28% del gasto total en I+D. Sin embargo, su participación ha ido disminuyendo en los últimos años desde el máximo de 58,61% registrado en 2008. El sector público, incluidos los consejos científicos, ejecutaron un 22,89% al gasto total en I+D, mientras que la educación superior ejecutó un 30,72%, según datos para 2012 (OCDE, 2015). La I+D en las empresas privadas fue realizada en su mayoría por grandes compañías de la industria pesada vinculadas al complejo minero y petroquímico. En relación al financiamiento de la I+D, se destaca la contribución del Gobierno que financió el 45,4% del gasto en I+D en 2012, mientras que el sector privado contribuyó con 38,3%. El sector ha sido la principal fuente de financiamiento de I+D en el país hasta 2007. El financiamiento extranjero representó el 13,1% del total del país, una cifra nada desdeñable.



El análisis del gasto en I+D en Sudáfrica según el tipo de investigación realizada señala que la mayor parte de I+D se focaliza en desarrollo experimental (42,1%), seguido en un 31,4% por la investigación aplicada y en un 26,5% por la investigación básica, según datos para 2009 (HSRC, 2012). Esta última es realizada en su mayoría dentro de las universidades, mientras que la investigación aplicada se realiza en los consejos científicos.

La problemática de la escasez de recursos humanos calificados

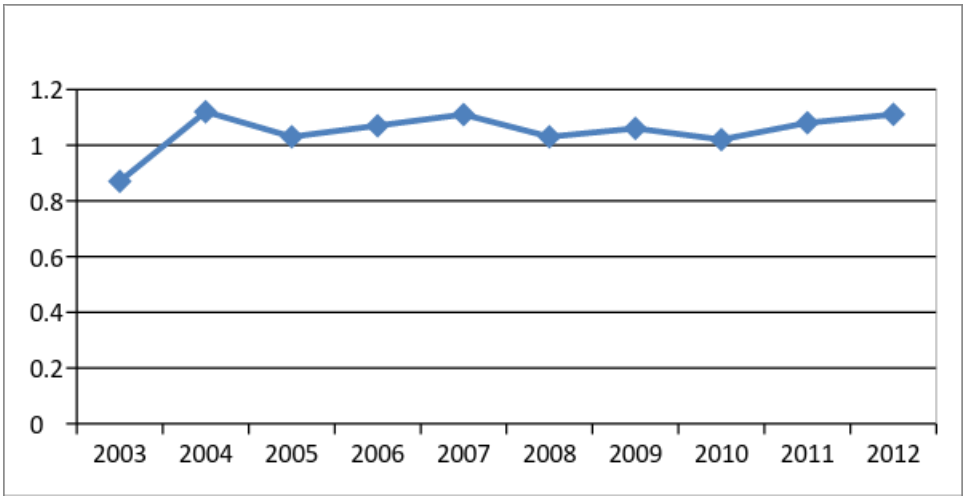
Sudáfrica enfrenta un serio problema de escasez de recursos humanos calificados. Este es el principal desafío del SNI sudafricano y de las políticas de ciencia y tecnología, en tanto constituye un cuello de botella para el desarrollo del conjunto del sistema y su resolución requiere de la planificación a largo plazo. La problemática del éxodo masivo de población blanca fue analizada por el nuevo gobierno en los meses de transición. La experiencia de los traumáticos procesos de descolonización en otras naciones africanas, donde el éxodo masivo de la elite de los regímenes coloniales o neo-coloniales dejó a los países sin capital y sin los ingenieros necesarios para mantener la infraestructura, los médicos necesarios para atender los hospitales y los docentes necesarios para educar a la población. La política de reconciliación impulsada por el ANC evitó este riesgo a escala masiva. Sin embargo, alimentada por la ya de por sí escasez de recursos humanos, la preocupación por la fuga de cerebros ha estado presente en las políticas de ciencia, tecnología e innovación sudafricanas. En un estudio de 2004 (Kahn et al, 2004) se alertaba sobre un fenómeno de dos vías: por una parte, la fuga de investigadores calificados hacia los países desarrollados del hemisferio norte, a la vez que se daba cuenta de una corriente migratoria de investigadores y estudiantes universitarios de otros países africanos hacia Sudáfrica. Éstos pasaron de 9.000 estudiantes extranjeros en 1993 a 44.000 en 2006, los que representaban el 7% del total de estudiantes el país para ese año. Pero su participación es más importante entre los doctorandos, siendo que para ese mismo año el 30% de los doctores graduados en universidades sudafricanas eran originarios de otros países (Nerad y Evans, 2014: 149). Este dato señala las

debilidades que enfrenta Sudáfrica como país emergente frente a la globalización de las redes de investigación y desarrollo y la captación de recursos humanos calificados por los centros de los países desarrollados. A la vez que lo posiciona como un nodo regional hegemónico en cuanto a la captación de recursos humanos de países del continente africano.

Al país le está costando generar el número mínimo de investigadores necesario para reemplazar la actual generación que está envejeciendo. Entre las causas de esta situación se encuentran la falta de financiamiento para realizar estudios superiores y el bajo número de estudiantes que entran y se gradúan en las universidades (CHE, 2009). La problemática de la escasez de Recursos Humanos es ampliamente reconocida en el país y existen iniciativas para incrementar en número de investigadores, que creció entre 2003 y 2004, pero desde entonces se ha estancado en 1,1 investigadores equivalentes a jornada completa (EJC) por cada mil personas de la población económicamente activa. Kruss (2008) sostiene que la existencia de un sistema universitario altamente segmentado ha actuado como una barrera al desarrollo de capacidades en ciencia, tecnología e innovación. La fuerte segmentación ha sido un obstáculo para fomentar mayor colaboración entre las universidades, en las que las políticas de subsidios competitivos han reproducido las asimetrías existentes por el mentado efecto mateo. La masificación del sistema de educación superior, mediante la efectiva ampliación del acceso y la mejora de las tasas de graduación, un tema que se encuentra estrechamente vinculado a los problemas aún pendientes de desigualdad estructural que enfrenta el país, constituye un aspecto central de los desafíos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación de Sudáfrica para el futuro.

Por otro lado, el número de publicaciones se mantuvo constante entre 1990 y 2003, y comenzó a incrementarse notablemente desde el 2004 en adelante. Este aumento no puede ser explicado por el incremento de la capacidad de investigación del sistema ya que no ha habido un crecimiento significativo en el número de investigadores en educación superior u otros sectores (CHE, 2009). El incremento podría pues ser resultado del aumento de los subsidios a las publicaciones ofrecido a las universidades por el DHET, además de un incremento en la colaboración con autores extranjeros (Kahn, 2011, CHE 2009) que, en el marco del estancamiento del número de investigadores, produjo un aumento de la productividad por investigador en término de publicaciones.

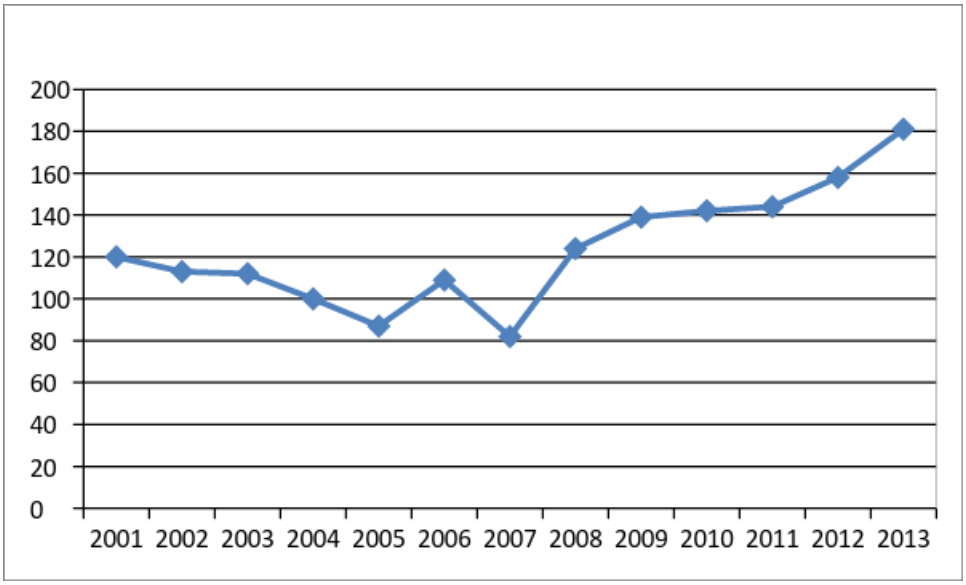
Investigadores EJC en relación a la PEA



Patentes

Los indicadores de patentes contribuyen a la caracterización del sistema de innovación sudafricano: la orientación hacia el desarrollo tecnológico intra-firma y en colaboración con universidades de compañías sudafricanas heredada del apartheid se mantuvo a pesar de la apertura económica. En general el perfil de las empresas que más patentes son los grandes conglomerados económicos en el sector de minería y petroquímica. El número de patentes otorgadas a residentes sudafricanos por la Oficina de Patentes y Marcas de los EEUU (USPTO) se mantuvo estancado entre 1993 y 2007, lo que señala la dificultad de las políticas implementadas para estimular un comportamiento más innovador de las firmas y lograr el objetivo de una economía más basada en el conocimiento. Pero a la vez es posible realizar otra lectura, que repara en el hecho que no se destruyeron capacidades en I+D en las empresas sudafricanas a pesar del cambio de régimen económico y del proceso de apertura comercial, económica y financiera que implicó la profundización de la penetración del mercado doméstico por las grandes transnacionales. Este hecho resulta relevante a la luz del proceso de destrucción de capacidades en tecnología industrial en otros países en desarrollo que experimentaron procesos de apertura económica de shock. A partir de 2007 se registra un aumento significativo de las patentes otorgadas a residentes sudafricanos por la USPTO, duplicándose en cinco años la cantidad de patentes otorgadas anualmente. Sudáfrica se encuentra hoy en día en valores intermedios en cuanto a su producción de patentes entre los países en desarrollo.

Patentes otorgadas a titulares sudafricanos en la USPTO



Nuevas políticas en ciencia, tecnología e innovación

En Sudáfrica las nuevas políticas de CTI fueron desarrolladas poco después de la instauración de la Democracia multirracial en 1994. El proceso de desarrollo se basó en experiencias internacionales para establecer nuevos instrumentos de financiamiento, de gobernanza del sistema científico y de reformas institucionales. El DACST elaboró en 1996 un libro blanco sobre la "Política Científica y Tecnológica: Preparación para el siglo XXI" (DACST, 1996). En él se proponían varios cambios en la estructura de gobernanza e instrumentos para apoyar el crecimiento de la capacidad científica, incluyendo el desarrollo de los Recursos Humanos. La Estrategia Nacional de Investigación y Desarrollo (NRDS) (DACST, 2002) fue creada como marco de implementación de las políticas de CTI del libro blanco. Asimismo, el DTI desarrolló la Estrategia de Manufactura Integrada (IMS), que influyó directamente en el desarrollo del sistema de innovación. En este documento se identificaban las siguientes debilidades en el SNI: financiamiento inadecuado para I+D, una creciente exposición a riesgos de seguridad, escasez de recursos humanos en ciencia y tecnología y una población científica declinante y envejecida, disminución de la I+D privada, inexistencia de una política marco para la propiedad intelectual (IP), falta de coordinación entre los programas de CyT y las actividades dentro de los departamentos gubernamentales (DACST, 2002). Las debilidades serían abordadas mediante el estímulo de la innovación a través del financiamiento de misiones tecnológicas sectoriales (biotecnología, TICs, tecnología para manufactura de avanzada, tecnología para los recursos naturales, y tecnología para la reducción de la pobreza).

En una evaluación del desempeño del SNI sudafricano y de las políticas de CTI realizada en 2007, la OCDE consideró que se ha obtenido cierto progreso, aunque modesto, a la vez que señalaba que el rendimiento de la innovación sudafricana ha declinado en relación a la producción (OCDE, 2007). Dicho reporte resalta la escasez de personal calificado como el mayor problema para el rendimiento del SNI, ya que impacta en todas las esferas económicas, incluyendo la capacidad de las políticas para establecer prioridades y orientar el desarrollo del sistema. Además, se señala que pese a que Sudáfrica ha diseñado buenas políticas, su implementación sigue siendo un desafío.

En respuesta al informe de la OCDE, el DST formuló el Plan de Innovación de Diez Años que prevé el establecimiento de resultados específicos como objetivos, como mecanismo para el tránsito hacia una economía más basada en el conocimiento. El plan reitera la orientación sectorial a partir del establecimiento de cinco grandes áreas de focalización de las políticas de ciencia, tecnología e innovación: biotecnología, ciencia del espacio-astronomía, energía, cambio climático, y dinámicas humanas y sociales.

A partir de la implementación de este plan se creó la Agencia de Innovación Tecnológica (TIA), que consolidó varios instrumentos de financiamiento orientados a la innovación y a las empresas incluyendo el Centro de Innovación Biotecnológica Regional, el Fondo de Innovación y el Fideicomiso *Tshumisano*. El objetivo de la creación de la nueva Agencia es cerrar la brecha entre la investigación básica y las demandas del mercado a través de un incremento en el financiamiento, el estímulo al aumento en las inversiones (inversión extranjera directa y capital de riesgo), la formación de Recursos Humanos para la innovación, y la provisión de una plataforma para soporte en temas de propiedad intelectual.

Consideraciones finales

Como fue señalado en la introducción, el análisis de las políticas contemporáneas de ciencia, tecnología e innovación en Sudáfrica requiere repasar a la trayectoria histórica de este país en la segunda mitad del siglo XX[3]. Es por esto que, tanto

[3] Existe un debate en la literatura acerca de si la política de desarrollo tecnológico autónomo comenzó o no con el apartheid para hacer frente a las sanciones internacionales. Si bien las sanciones internacionales jugaron un papel un papel innegable, existen antecedentes de una orientación hacia el desarrollo tecnológico autónomo que preceden incluso a la instauración del régimen segregacionista en 1948. De acuerdo con diversos autores (entre ellos se pueden mencionar los clásicos trabajos de Bozzoli (1975) y Kaplan (1976), para una revisión reciente del tema ver Sparks (2013)) estos se encuentran relacionados con la emergencia temprana de un capitalismo nacional, vinculado a la política nacionalista y autónoma de la elite afrikaans frente a las metrópolis europeas, al desarrollo temprano de una industria nacional vinculada al procesamiento de recursos naturales y al establecimiento de una política comercial y económica proteccionista. En todo caso, más allá del debate por los antecedentes y el comienzo de este proceso, existe consenso acerca del papel jugado por el régimen del apartheid en la orientación hacia el desarrollo tecnológico autónomo.

para corregir los desequilibrios y las desigualdades heredadas del Apartheid, como para fomentar las potencialidades del país en determinados sectores, las políticas actuales no pueden ser comprendidas sin una breve referencia a lo sucedido en ese período histórico.

La política de desarrollo tecnológico autónomo impulsada por el régimen segregacionista, reforzada por las políticas de bloqueo internacional, estuvo marcadamente volcada a la industria militar, la energía y el procesamiento de minerales. La democracia multirracial instaurada en 1994 heredó capacidades tecnológicas destacadas en el área de petroquímica, energía nuclear y defensa. La asignación de nuevas prioridades sociales bajo un gobierno democrático supusieron una abrupta disminución del financiamiento para la I+D en defensa, lo que afectó las capacidades en este campo. El resultado fue la disminución de la intensidad del gasto en I+D en relación al PIB durante los primeros años del nuevo gobierno, para pasar a crecer luego y estabilizarse en torno al 0,9% del PIB. El nuevo gobierno democrático heredó una falta de recursos humanos calificados que se convertiría en un problema estructural para el desarrollo sudafricano de largo plazo. La falta de recursos humanos calificados no es un problema específico del sector de ciencia y tecnología, sino que es también muy grave en las áreas de medicina y educación.

La caracterización del sistema nacional de innovación sudafricano señala una relativamente alta participación de las empresas en la ejecución y financiamiento de la I+D, que consecuentemente al analizar el gasto por tipo de investigación se encuentra más volcada hacia el desarrollo tecnológico. La literatura señala que una característica de los sistemas de innovación en los países desarrollados es contar no solamente con una mayor intensidad tecnológica medida por el gasto en relación al PIB, sino también una mayor participación de las empresas en su financiamiento y ejecución. Por el contrario, en los países en desarrollo se observa una preeminencia del sector público, como es el caso de la Argentina por ejemplo. En este aspecto, Sudáfrica se presenta como un país en transición, con un sector privado con una considerable participación en la inversión en I+D si se lo compara con otros países en desarrollo. Sin embargo, el análisis del comportamiento intra-sectorial señala la fuerte concentración del gasto en un núcleo de pocas empresas en sectores intensivos en capital, dedicados al procesamiento de recursos naturales de la minería y la petroquímica. Los escasos eslabonamientos productivos de estas industrias, sumado a la dualidad de la economía sudafricana, marcada por la existencia de un sector informalidad muy importante, con baja productividad y condiciones socio-laborales regresivas, configuran un sistema de innovación dual aún marcado por la herencia del apartheid. La problemática de la escases de recursos humanos, con un sistema de educación superior segmentado en un núcleo de universidades de elite orientadas a la investigación y fuertemente internacionalizadas, las denominadas *universidades históricamente blancas,* conviviendo con universidades prácticamente sin investigación y de baja calidad, las llamadas *universidades históricamente negras*, resulta en la contracara de la heterogeneidad estructural de la economía antes caracterizada.

Sudáfrica es un país con un sistema nacional de innovación dual, lo que constituye una de las características de muchos países en desarrollo. Los desafíos de ampliación de la economía formal y el fortalecimiento de la innovación en pymes, la disminución de las desigualdades sociales, el aumento de la expectativa de vida, y la ampliación del sistema de educación superior, repercute sobre las potencialidades y limitaciones del SNI. La orientación actual de las políticas de ciencia, tecnología e innovación hacia objetivos más focalizados y sectoriales busca fomentar una mayor articulación entre el SNI y las políticas económicas, sociales, de salud y educativas necesarias para transitar un sendero de desarrollo sustentable en el largo plazo.

CIECTI
Centro Interdisciplinario
de Estudios en Ciencia,
Tecnología e Innovación

Seguinos en @ciecti
Buscanos en /ciecti

Godoy Cruz 2390 – PB (C1425FQD), CABA,
(54-11) 4899-5000, int. 5684
info@ciecti.org.ar